

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Svevlad TREGUBOV

INGÉNIEUR CIVIL DES EAUX ET FORÊTS

1^{re} *THESE*. — Les forêts vierges montagnardes des Alpes
Dinariques, Massif de Klekovatcha-Guermetch.

2^{me} *THESE*. — Zoologie: Les insectes nuisibles des Conifères.
Géologie: Les roches carbonatées.

Soutenues le 5 Juillet 1941 devant la Commission d'examens :

MM. P. MATHIAS *Doyen, Président.*

L. EMBERGER

M. CASTERAS

Ph. GUINIER

Assesseurs



MONTPELLIER

IMPRIMERIE CAUSSE, GRAILLE ET CASTELNAU
7, rue Dom-Vaissette

1941

*Les forêts vierges montagnardes
des Alpes Dinariques*

Massif de Klekovatcha-Guermetch

Etude Botanique et Forestière

N° d'ordre :
32

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Svevlad TREGUBOV

INGÉNIEUR CIVIL DES EAUX ET FORÊTS

1^{re} *THESE*. — Les forêts vierges montagnardes des Alpes
Dinariques, Massif de Klekovatcha-Guermetch.

2^{me} *THESE*. — Zoologie: Les insectes nuisibles des Conifères.
Géologie: Les roches carbonatées.

Soutenues le 5 Juillet 1941 devant la Commission d'examens :

MM. P. MATHIAS *Doyen, Président.*

L. EMBERGER }

M. CASTERAS }

Ph. GUINIER }

Assesseurs



MONTPELLIER

IMPRIMERIE CAUSSE, GRAILLE ET CASTELNAU
7, rue Dom-Vaissette

1941

FACULTÉ DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

Doyen: P. MATHIAS, professeur de Zoologie et Biologie générale.

Assesseur: J. SOULA, professeur de Mathématiques.

Professeurs honoraires: E. FABRY, O. DUBOSQ, E. BATAILLON, R. JACQUES,
P. PAVILLARD, J. CABANNES et E. CHATTON.

Maîtres de Conférences honoraires: F. MOURGUES et L. MAURY.

Professeurs :

MM.

G. REBOUL	Physique.
E. TURRIÈRE	Mécanique rationnelle.
P. HUMBERT	Calcul différentiel et intégral, et Astronomie.
J. SOULA	Mathématiques générales.
L. GAY.	Chimie Physique.
E. CARRIÈRE.	Chimie.
L. EMBERGER.	Botanique.
Ch. BOUHET.	Physique.
P. MATHIAS.	Zoologie et Biologie générale
M. CASTÉRAS	Géologie.
N.	Chimie.

Maîtres de Conférences :

MM.

F. VASILESCO.	Mathématiques.
O. TUZET.	Zoologie.
P. CHATELAIN.	Minéralogie.

Secrétaire..... MM. A. BABY

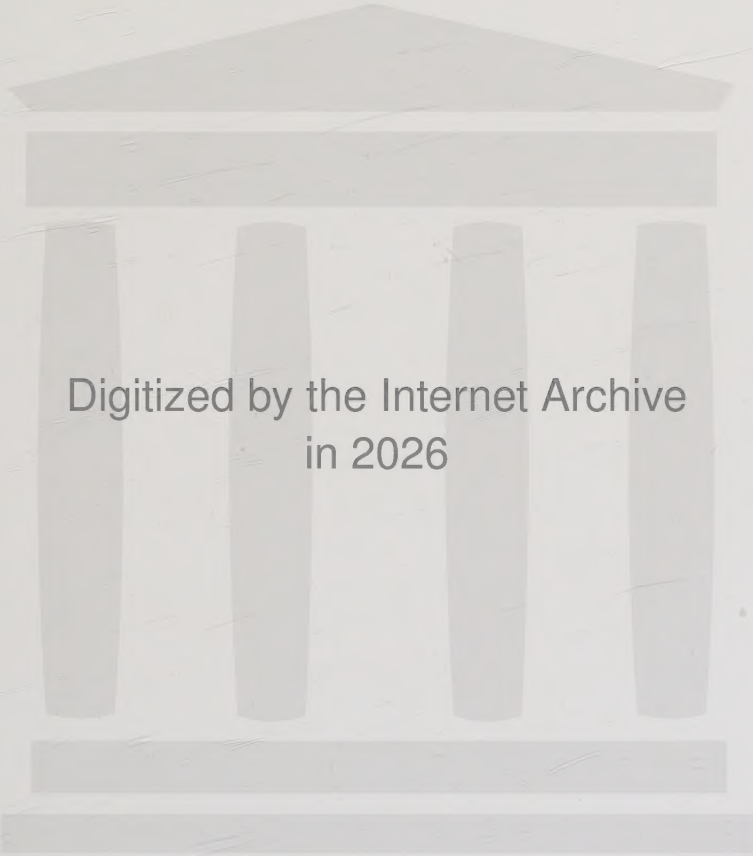
Secrétaire honoraire..... L. DUBOIS.

MEMBRES DU JURY

MM.

P. MATHIAS.	<i>Doyen</i> , président.
L. EMBERGER.	Assesseur.
M. CASTÉRAS.	Assesseur.
Ph. GUINIER.	Directeur de l'Ecole Nationale Forestière.





Digitized by the Internet Archive
in 2026



Epicéa de 176 cm. de diamètre à 1 m. 30
Forêt de Klekovatcha, parcelle 101; altitude: 1.320 m.

*Les forêts vierges montagnardes
des Alpes Dinariques*

Massif de Klekovatcha-Guermetch

Etude Botanique et Forestière

*Du point de vue biologique, la
forêt se présente comme une
association végétale en équilibre
plus ou moins stable sous l'ac-
tion des facteurs qui définissent
le milieu.*

Ph. GUINIER.

INTRODUCTION

En entrant, en 1935, dans l'Administration forestière de mon pays, j'ai été nommé dans une Inspection isolée, située loin de tous les centres cultivés, au milieu de vastes forêts vierges.

J'ai été frappé par la grandeur, à tous égards, de ces forêts.

Bien qu'elles forment un massif des plus importants de l'Europe, elles n'avaient encore été décrites par personne, et nous n'en avions que de brefs récits sous forme d'impressions de voyage.

Je me souvins alors des brillants cours de botanique forestière de M. Ph. GUINIER, que j'avais suivis à Nancy, pendant mes études. Ils avaient éveillé en moi le goût de la Botanique en général et spécialement de celle qui est en rapports avec ma profession de forestier. L'idée me vint de faire une description de ces forêts vierges que j'avais la chance exceptionnelle d'administrer, avant qu'elles soient livrées à la hache du bûcheron. Le travail était urgent, car, une dizaine d'années plus tard, il n'aurait plus pu être entrepris, l'exploitation de toutes les forêts ayant été décidée. Je pensai qu'il n'y aurait plus jamais de ces géants pluriséculaires, que la forêt perdrait définitivement son visage originel et qu'il convenait d'en fixer les traits avant qu'il ne soit trop tard.

Je voulais donc laisser une description à la fois botanique et forestière de ces massifs uniques en Europe.

Une seule étude botanique ou une seule étude forestière m'eût paru incomplète, car les deux points de vue sont inséparables. Dans une forêt tout se tient; la forêt est *une*, et son étude complète, floristique, écologique, forestière, relève, en somme, toujours, de près ou de loin, de la Botanique.

En me basant sur des faits que j'ai pu observer, j'ai voulu ensuite reconnaître le processus de l'évolution de la forêt, sa régénération naturelle, sa reconstitution après les cataclysmes. Bref, j'ai voulu saisir le *pouls* de la forêt.

Par ailleurs, comme forestier, je ne pouvais me désintéresser de ce que ces peuplements représentent pour l'économie de mon pays. Ayant le bonheur de gérer des peuplement vierges et de préparer leur mise en valeur rationnelle, j'espérais, en partant de la base sûre que me donnerait l'étude de ces forêts, trouver un traitement adéquat à leur état actuel et répondant au souci d'assurer leur pérennité, ainsi qu'un enseignement général pour la sylviculture.

Pendant six années, j'ai marqué moi-même les coupes, poursuivant mes recherches.

Bien qu'ayant parcouru la forêt dans tous les sens, je ne puis en donner qu'une vue d'ensemble. J'ai dû négliger bien des détails qui eussent mérité d'être étudiés. Les circonstances difficiles qui marquèrent la fin de mes recherches m'ont contraint à condenser encore les résultats. Je m'en excuse.

L'idée d'orienter mes études en vue d'une thèse m'a été suggérée par M. OUDIN, Professeur à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, que j'avais revu, en 1936, au *Congrès International de Sylviculture*, à Budapest. M. GUINIER voulut bien approuver ce projet, et j'ai fixé avec lui et M. PERRIN le plan de mon travail. J'exprime à ces Messieurs ma plus respectueuse et profonde gratitude.

Je dois remercier tout particulièrement M. GUINIER qui a bien voulu s'intéresser à moi pendant toute la durée de mes études à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts à Nancy : je n'ai cessé, depuis, d'éprouver les bienfaits de son bel enseignement et de sa bonté. En toutes circonstances, M. GUINIER a été pour moi le guide le plus sûr et le plus dévoué. Qu'il veuille bien croire à l'attachement fidèle de son élève et accepter la dédicace de mon mémoire.

J'ai choisi, pour conduire mes recherches à terme, l'Université de Montpellier dont je connaissais la grande célébrité de la chaire de Botanique, et où j'étais sûr de trouver la documentation et l'appui qui m'étaient nécessaires. M. GUINIER voulut bien me recommander à M. le Professeur EMBERGER, Directeur de l'Institut botanique de cette Université.

Je n'oublierai jamais la bienveillance avec laquelle j'ai été accueilli dans cette célèbre maison par M. le Professeur EMBERGER. J'ai fait auprès de celui-ci deux séjours de six mois chacun, pendant lesquels j'ai rédigé ma thèse, continuellement soutenu et guidé par l'expérience et la science de mon Maître et aidé par la riche documentation que je trouvai à l'Institut botanique.

J'ai contracté envers M. le Professeur EMBERGER une grande dette de reconnaissance pour tout ce que je lui dois, pour les conseils reçus, les possibilités de travail données, le dévouement avec lequel mes travaux ont été suivis.

Je trouvai également à Montpellier la *Station géobotanique internationale* et je suis devenu, à mon tour, le débiteur de M. et Mme J. BRAUN-BLANQUET pour toute l'aide que j'ai reçu d'eux. M. BRAUN-BLANQUET a mis à ma disposition sa riche bibliothèque géobotanique et sa maîtrise en matière de phytosociologie. J'en ai beaucoup usé. Il a bien voulu m'initier aux méthodes de la phytosociologie au cours d'excursions dont j'ai gardé le plus vif souvenir. Je lui en suis très reconnaissant.

Je remercie beaucoup aussi M. FRANÇOIS, Inspecteur des Eaux et Forêts à Chambéry qui m'a montré sur place sa méthode d'aménagement des futaies jardinées et donné des conseils précieux pour la mise au point de ce délicat problème, ainsi que MM. HUMBERT et

HEIM, du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, et M. GUINOCHE, Assistant-Délégué à la Faculté des Sciences de Montpellier, pour les renseignements que je leur dois, M. GUINOCHE spécialement pour l'obligeance d'avoir bien voulu corriger les épreuves.

En Suisse, j'ai été accueilli très aimablement à la *Station fédérale de Recherches forestières* de Zurich, où MM. BURGER, MEYER, ETTER; E. BADOUX, Chef de la section d'aménagement, m'a initié aux travaux qu'il poursuit sur les placettes d'essais, il m'a en outre aidé dans la mise au point des questions d'aménagement; qu'ils soient assurés de ma vive reconnaissance.

Je suis heureux de rappeler que, dans mon pays, j'ai été formé, du point de vue botanique, par mon Maître M. le Professeur I. HORVAT, Directeur de l'Institut botanique de Zagreb, et, du point de vue forestier, par M. le Conservateur CHOURITCH. Leurs enseignements sont restés présents dans mon esprit, et je ne cesse, pour cette raison, de bénéficier de tout ce qu'ils m'ont montré et appris. Je leur sais profondément gré de la formation qu'ils m'ont donnée.

MM. SOCHKA et GREBENSCHIKOFF m'ont aidé à déterminer mes récoltes de plantes, et mes amis, MM. les Ingénieurs forestiers KOSTITCH, F. VIATKIN, M. MUGINITCH, D. STOIADINOVITCH, S. BEHMEN, I. GEORGEVITCH, B. HOUDINA, dans les dessins et les calculs. Ils m'ont rendu ainsi de très grands services que je n'oublierai pas.

J'exprime, pour terminer, mes sentiments très dévoués à MM. P. MATHIAS, Doyen de la Faculté des Sciences, et M. CASTERAS, Professeur de Géologie à la même Faculté, qui ont bien voulu accepter de juger ma thèse.

Cette thèse n'aurait pas pu être imprimée dans les délais qui m'étaient imposés par les circonstances, si mon éditeur, M. E. CAUSSE, ne m'avait pas fait bénéficier de son grand dévouement et de celui de son personnel. Je leur en adresse mes très vifs remerciements.

PREMIÈRE PARTIE

I. — LE MILIEU

1. — SITUATION DU TERRITOIRE ETUDIE

Le massif forestier de Klekovatcha-Guermetch, situé en Bosnie occidentale, appartient géographiquement et géologiquement aux Alpes dinariques (Voir carte.)

Les principaux caractères de ce système sont:

1° Le relief calcaire assez tourmenté, irrégulier et discontinu, a orientation générale N.W-S.E., parallèle à l'Adriatique; sa hauteur ne dépasse pas 2.000 m. (sommet culminant, Klekovatcha, 1.961 m.);

2° Le caractère karstique prononcé des paysages.

On peut distinguer plusieurs chaînes parallèles. La plus proche de la mer est la chaîne de Dinara (1.913 m.), à laquelle succèdent, en s'éloignant de la côte, celle de Chator-Iadovnik (1.870 m.), puis celle du Klekovatcha (1961 m.) et enfin, celle du Guermetch (1650 m.), qui se rattache d'ailleurs, par son extrémité S.-E., au massif précédent.

Le massif du Klekovatcha s'étend sur 136 km. de longueur et 30 km. de largeur au maximum (minimum 4 km.), de l'Osetchenitsa au Vitorog (1907 m.). Deux routes franchissent le massif par des cols connus depuis la plus haute antiquité (Ostrel, à 1033 m., et Mlinichté, à 1188 m.).

Dans l'ensemble, les massifs de Klekovatcha et du Guermetch ne sont pas très accidentés. Ce sont de grands plateaux de 800-1500 m. d'altitude moyenne, burinés par l'érosion karstique, avec pentes raides et gorges (canons) à leur pied. Ces plateaux présentent de grandes cuvettes, dans lesquelles sont disséminés de petits entonnoirs karstiques.

La chaîne de Dinara sépare le bassin de la Mer Noire de celui de l'Adriatique. Les eaux du massif de Klekovatcha s'écoulent donc vers le Danube.

Entre les chaînes du Klekovatcha et de Chator se trouve la vallée de l'Ounats, alors qu'au pied N. du Klekovatcha et de Guermetch coulent la Sana et la Sanica.

L'Ounats prend sa source au pied du Chator, région dolomitique, à une altitude d'environ 900 m., tandis que la Sana et la Sanica jaillissent de puissantes sources vaclusiennes, situées à 300 m. d'altitude et très remarquables par la régularité de leur débit et la constance de leur température (6-10° C.).

Le massif de Klekovatcha lui-même n'a pas un seul cours d'eau ! On n'y trouve que de rares sources localisées exclusivement sur les terrains dolomitiques. La plupart se tarissent pendant les étés secs. Pour cette raison, le ravitaillement en eau est, en été, une grande préoccupation pour la population et les exploitations forestières.

La vallée de l'Ounats est bien plus sèche que celle de la Sana.

Pendant la saison sèche, le débit de l'Ounats est faible et beaucoup de ses affluents se dessèchent. Une des causes est probablement dans le déboisement du bassin de l'Ounats, car cette sécheresse contraste avec la grande humidité du sol des régions boisées, où l'eau est retenue par le sol forestier.

Nous rattachons au massif du Klekovatcha celui du Guermetch, situé au N.-E. du premier et qui en est en quelque sorte un rameau. Il couvre une surface de 60.160 ha ; son altitude maximale est de 1604 m. Etant en retrait, le versant S. du Guermetch est un peu plus sec.

L'ensemble de ces massifs est couvert d'une forêt continue de 160.802 ha.

2. — GEOLOGIE ET PEDOLOGIE DES MASSIFS

Géologiquement, les hautes montagnes de la Bosnie occidentale sont formées par de puissantes séries se composant, pour la plupart, de calcaires crétacés, ayant plus ou moins le même caractère pétrographique. Ce qui les rend intéressants, étant donnés les multiples phénomènes karstiques qu'ils offrent. Les fossiles, bien qu'assez fréquents, sont en très mauvais état ; ceux qu'on peut déterminer sont très rares. S'est la raison pour laquelle la classification des différentes séries est souvent basée simplement sur la ressemblance pétrographique, ou sur le niveau stratigraphique, par rapport aux couches voisines. « Les couches du Crétacé supérieur sont composées de brèches, de marnes et argiles schisteuses et de calcaires à Rudistes. Ces niveaux ne sont pas délimités les uns des autres, mais se confondent mutuellement, aussi bien que certaines parties du Jurassique supérieur, avec celles du Crétacé inférieur ».

Les calcaires à Rudistes représentent les plus hauts étages du Crétacé et sont mieux développés que toutes les autres formations géologiques. Ils ont quelquefois des étendues immenses et des

puissances dépassant un millier de mètres et formant des régions d'un karst dur et sauvage. Ils sont intéressants par les phénomènes karstiques qui s'y observent avec beaucoup d'ampleur. « Partout, ces calcaires sont gris-jaunâtre, en bancs très épais, exprimant une nette direction dinarique des couches. Souvent ils sont assez riches en fossiles, surtout en Rudistes, parmi lesquels les plus abondant sont les Hippurites. Les Lamellibranches sont plus rares et toujours en très mauvais état » (KATZER). Il y a aussi des Radiolites.

« A côté de ces calcaires, il y a souvent des intercalations de dolomie qui sont cause de la présence de sources ».

Nous avons constaté que ces dolomies couvrent une surface beaucoup plus importante que celle qui leur est attribuée sur les cartes géologiques de la région. Ces dolomies sont très favorables à la forêt. Les unes sont gris-foncé et dures, les autres ont une structure cristalline, se désagrégeant en une sorte de sable blanc ou blanc-gris.

Le pays dolomitique a un aspect différent du paysage karstique; les phénomènes karstiques ne sont pas aussi marqués et les reliefs plus émoussés. De petites vallées remplacent les grandes cuvettes et les entonnoirs. Il y a quelques sources pérennes, alors que le karst en est complètement dépourvu.

La terre entre les roches est le produit de la désagrégation mécanique et de la décomposition chimique des calcaires et des dolomies.

L'acide carbonique solubilise le carbonate de chaux; il en résulte des fissures et des crevasses, les bicarbonates et les autres sels solubles étant emportés; les substances minérales insolubles — hydroxydes de fer, d'aluminium (environ 0,32 %) — sont déposés par l'eau dans les fissures et dans toutes les dépressions sous forme d'argiles lourdes; ces sols argileux portent les forêts que nous avons étudiées.

Selon Z. MILETITCH, les sols issus de ces décompositions sont d'autant moins riches et moins profonds que le calcaire d'origine est plus pur.

Grâce aux terrassements faits en vue d'un tracé du chemin de fer forestier d'exploitation, nous avons pu étudier de nombreux profils complets de sols. Nous avons remarqué qu'ils ont tous les mêmes caractères.

Sur le *substratum calcaire*, le sol s'accumule exclusivement dans les fissures de 0,5 à 2 mètres de largeur. La profondeur du sol y est en moyenne de 40 cm., mais peut atteindre localement 2-3 mètres. En forêt, la roche émerge toujours; on peut estimer à 30 % la surface où la roche est à nu.

Les *dolomies* se désagrègent à la surface, et la roche-mère n'affleure pas; il en résulte un sol argileux de 20-60 cm. de profondeur. Dans les fonds des vallées, il peut-être plus profond. Il

est plus favorable à la végétation que le précédent, car il retient mieux l'eau et la roche-mère n'émerge que très rarement.

Nous joignons ici deux profils typiques, l'un sur substratum calcaire, l'autre sur substratum dolomitique.

1° Sur le *substratum calcaire* (pl. III, fig. 4), la couche A0 (litière) est constituée principalement de feuilles de Hêtre; elle n'est jamais épaisse (2-3 cm.), car la décomposition se fait partout très vite.

A1 forme une couche d'un brun foncé rougeâtre, friable, bien aérée, avec des débris de matières organiques en voie de décomposition. L'épaisseur de cette couche varie entre 2 et 10 cm. C'est un humus doux typique (de hêtre), sauf rare exception, quand le sol est recouvert de mousses correspondant au stade transitoire de la forêt des Conifères.

A2 varie en épaisseur de 2 à 30 cm.; c'est une terre fine, gris clair, un peu jaunâtre, assez friable, avec de nombreuses racines.

B1 a une épaisseur de 15 à 25 cm. Cette couche est de couleur plus foncée qu'A2 — ocre rougeâtre — argileuse, plus compacte que A2, mais elle contient aussi de nombreuses racines.

Parfois, dans des cas exceptionnellement favorables, quand les fissures sont très profondes, il se forme une couche B2. Celle-ci est rouge-brique et rappelle par son aspect le B2 de la « *terra rossa* » méditerranéenne. Elle est compacte, argileuse; les racines pénètrent difficilement dans cette terre. Elle peut atteindre 1 m. et plus de profondeur. En se desséchant elle se fendille en morceaux polyédriques.

C — la roche-mère; elle est très homogène.

2° Sur le *substratum dolomitique* (pl. II, fig. 1), la couche A0 est identique à celle sur substratum calcaire.

A1 est aussi brun-foncé, rougeâtre, d'une épaisseur de 2 à 10 cm.

A2 est gris-jaunâtre, assez friable, perméable; les racines y sont abondantes.

B1 est brun-foncé; c'est une couche argileuse qui se dessèche en morceaux irréguliers polyédriques, difficilement traversée par les racines.

L'épaisseur de cet horizon varie entre 20 et 60 cm. et peut même dépasser cette profondeur dans les fonds des vallées et peut former une couche B2, analogue à celle sur le calcaire.

C1 montre le début de la désagrégation de la roche-mère. Quelquefois apparaissent des bancs de dolomie friable, pouvant atteindre quelque mètres de profondeur. Les racines y pénètrent très difficilement. Enfin, nous avons la roche-mère désagrégée.

C2 est plus variable que celle du calcaire à Rudistes. La couleur peut être grise, presque noire et même blanche.

Dans les deux types de profil, les couches A et B sont complètement décalcifiées. Le pH déterminé par la méthode colorimétrique était toujours égal à environ 7.

D'une manière générale on distingue l'horizon A2, appauvri par le lessivage, de B par sa couleur grise, B étant plus compact, jaune-rougeâtre, grâce à l'hydroxyde de fer.

Ces sols, dont l'humidité est exclusivement maintenue par la forêt, la nappe phréatique ne pouvant jouer aucun rôle, sont très sensibles aux modifications climatiques locales, telles que celles qui sont provoquées par le déboisement. La mise à nu les appauvrit très rapidement en humus, lequel est décomposé en H₂O et CO₂, et modifie aussi la texture physique, de sorte que l'érosion est très rapide. Le rôle conservateur qu'exerce la végétation sur le sol est ici en pleine lumière. En le protégeant, la forêt assure aussi son propre maintien, car les sols dénudés deviennent pour longtemps impropres à la colonisation naturelle par les arbres.

3. — CLIMAT

La situation géographique entre l'Adriatique et le bassin danubien conditionne le double caractère danubien-continental et légèrement méditerranéen du climat de notre territoire.

WESSELY donne les caractéristiques suivantes pour le climat de la « zone climatique du karst » :

- 1° Hiver long et neigeux;
- 2° Changements de température subits et violents;
- 3° Période de végétation courte;
- 4° Température annuelle moyenne basse;
- 5° Atmosphère très humide;
- 6° Gelées précoces et tardives fortes, et brouillards;
- 7° Abondance des précipitations équinoxiales;
- 8° Pression aérienne basse.

Ces constatations peuvent être appliquées à nos massifs.

Nous allons examiner ces divers points un peu en détail, en ajoutant le facteur *vents*, qui joue un rôle très important.

Les vents dominants viennent, l'un du N.W, l'autre du S.W. Le premier est la *boura* (*gregolevante*), analogue au mistral; il apparaît subitement, généralement après une période de vents du S. et de basses pressions. Il souffle par à-coups violents, pouvant atteindre une vitesse de 120 km./h., mesurée aux altitudes inférieures.

Il est toujours accompagné d'un abaissement de température sensible. Ce vent est souvent localisé aux basses altitudes. C'est ainsi qu'il peut souffler dans les vallées, alors que les plateaux sont épargnés. Dans ce cas, le temps est clair dans la zone ventueuse, brumeux en haut.

En hiver, la *boura* apporte souvent d'intenses chutes de neige. Les efforts combinés du vent et de la neige peuvent causer des dégâts importants dans les localités particulièrement exposées.

Au cours de la nuit du 4 au 5 février 1936, par exemple, la tempête détermina dans la seule cuvette karstique du pied du Klekovatcha, et sur une surface de 4000 ha, occupée par de vieilles coupes, un formidable chablis de 45.000 m³ (Sapins et Epicéas; le Hêtre a été épargné (Pl. III, fig. 1).

En été, les vents du N.-E. ne sont pas aussi intenses, mais abaissent néanmoins beaucoup la température. A Potoci, par exemple, le 22 août 1940, alors que pendant la journée la température était 15-18° C, la *boura* commença à souffler, apportant une pluie fine; la température baissa rapidement, et, vers 19 h., il ne faisait que +2,5°; il neigea même. Le lendemain, le pays était couvert de 2-4 cm. de neige. Pendant la nuit, le vent cessa, le temps s'éclaircit, et, à 5 h. du matin, le thermomètre accusait —2°. La journée suivante fut de nouveau assez chaude.

En Automne, ces sauts de température peuvent faire geler la pluie sur les arbres et causer d'importants dégâts (Pl. II, fig. 3).

Le vent du SW., le *jugo* (*Siroco*) est humide et accompagné de grandes précipitations, surtout au printemps, et d'une hausse importante de température (5° environ). Ce vent atteint la vitesse de 50 km./h. Il amène parfois des orages. Au printemps, il diminue les gelées et fait fondre la neige. Il cause également des chablis, surtout après le dégel, quand les arbres ne tiennent pas solidement dans le sol ramolli par la neige.

Ces vents du SW. sont également fréquents en hiver et occasionnent les grandes chutes de neige lourde.

En été, ces vents n'atteignent qu'exceptionnellement une grande intensité. Ce fut le cas, le 16 juillet 1940, vers 16 h. Après une chute sensible de la pression atmosphérique et de l'humidité de l'air, laquelle était tombée en forêt à 35 % (c'est le degré hygrométrique le plus bas que nous avons observé — forêt de Guermetch), il y eut un orage suivi d'un coup de vent qui n'a duré que quelques minutes, mais a causé beaucoup de dégâts, principalement dans les vallées.

Ces vents, *boura* et *jugo*, par leur intensité, déterminent des phénomènes spéciaux au cours de la formation du bois des arbres. Sur les troncs des Epicéas (et Pins sylvestres) l'on voit apparaître des croix en relief, dues à la torsion provoquée par le vent; un autre phénomène, consistant en la formation des fibres torses, est probablement aussi un effet du vent. A la scierie de Sipad, à Dervar, on a constaté que parmi les grumes qui y sont débités il y a 7 % de Sapins et 12 % d'Epicéas à fibres torses.

Le Karst, pour porter une bonne végétation, exige une grande abondance de précipitations.

La moyenne annuelle mesurée sur cinq années est de 1700 mm., les quantités extrêmes ayant été de 1450 et 1950 mm.

Les précipitations sont les plus intenses pendant la saison froide.

Il y a deux périodes de sécheresse, au printemps et à la fin de l'été.

En été, il y a parfois des orages accompagnés de grêle, mais moins violents que dans les plaines danubiennes. La foudre cause des dégâts assez importants, surtout sur les cimes des vieux Sapins, plus rarement sur les Epicéas.

Il est très difficile de dire quelles sont les localités où la foudre tombe le plus souvent; mais nous avons observé une cuvette qui n'avait cependant rien de remarquable, où la foudre est tombée cinq fois de suite sur une surface de moins d'un hectare.

Nous pouvons encore citer un autre cas curieux: sur un versant d'exposition Est, un petit Sapin, de 24 cm. de diamètre, entouré de grands individus, de 30-40 cm. de diamètre, a été frappé deux fois la même année, alors que les autres sont restés indemnes.

Les pluies automnales peuvent être subitement congelées, lorsque la *boura* se met à souffler. Il en résulte d'importants dégâts sur les arbres feuillus qui sont encore en période de végétation (Pl. II, fig. 3). Ainsi, les 8-10 octobre 1936, un abaissement thermique détermina des chutes de pluie qui gelèrent immédiatement sur les arbres et recouvrirent ceux-ci d'une importante couche de glace. Les arbres étaient entièrement couverts d'une glace épaisse de plusieurs centimètres. Des brindilles de quelques millimètres d'épaisseur seulement mesuraient 10 cm. de diamètre!

Les chutes de neige sont très importantes; elles peuvent survenir dès le mois de septembre, mais ce n'est ordinairement qu'en décembre que la neige tombe en abondance pour rester jusqu'au printemps. Elles dépendent beaucoup des vents.

En décembre 1935, par exemple, il y eut 1 m. de neige qui disparut à la fin du mois de janvier 1936, sous l'influence du vent SW. Pendant presque tout le mois de janvier, il n'y eut pas de gelées. *Tussilago Farfara* commença même à fleurir. Le 4 février, la *boura* reprit, et il tomba une nouvelle neige abondante qui dura, cette fois-ci, jusqu'en mai; elle avait atteint une épaisseur de 1 m. 50. Pendant l'hiver 1936-37, il y eut encore, par *boura*, une grande chute de neige vers le 15 décembre, neige qui resta jusqu'à la fin de mai. Au mois de février, la couche atteignit 1 m. 80, en moyenne, en forêt. Pendant tout l'hiver, le vent du SW ne souffla point.

La neige, en fondant, vers le printemps, se tasse beaucoup sous l'effet des gels et dégels quotidiens. Les jeunes Conifères en souffrent parfois (Pl. III, fig. 2), principalement le Sapin. Les Epicéas, dont les branches ne sont pas aussi étalées, souffrent moins; le Pin sylvestre est complètement écrasé, comme nous avons pu le constater dans le reboisement artificiel.

Les brouillards sont fréquents, dans les dépressions de cuvettes, surtout en automne.

L'état hygrométrique, en forêt, est la plupart du temps très élevé (70 à 80 %) et rarement inférieur à 60 %.

Les températures minima enregistrées ne sont pas très basses; il est curieux de noter que dans la plaine de la Sava, à une altitude bien plus faible, 180-200 m. (Prijedor), la température peut descendre davantage.

Une des plus basses températures que nous ayons nous-même enregistrées (1935-1940), était -24° à 21 h., le 11 février 1936, tandis que dans les plaines danubiennes il faisait alors -30° .

Les températures maxima ne sont pas très hautes; une des plus fortes (juillet 1935) atteignait 36° , ce qui est exceptionnel.

Il peut se produire, en toutes saisons, surtout en été, des changements subits de température. Les sauts peuvent être de 20° .

L'été est court; il dure du début de juin jusqu'au début de septembre. Les nuits sont toujours fraîches.

La moyenne des températures des mois d'été est d'environ 12° ; la moyenne annuelle de $4,5^{\circ}$ C.

Les gelées tardives et précoces ont une grande importance sur le développement de la végétation (surtout dans les localités non couvertes par la forêt). Les gelées tardives peuvent survenir jusqu'à la fin du mois de juin, et les gelées précoces apparaissent déjà au mois d'août. A titre d'exemple, nous citerons, le 1^{er} août 1935, à Potoci. Il y eut, pendant la nuit, vers le matin, une gelée qui tua le feuillage des Pommes de terre. Dans les lieux découverts, comme la prairie de Jdralitsa (1328 m.), on peut admettre que les gelées peuvent survenir à n'importe quelle date de l'été.

En forêt, par contre, de tels phénomènes ne se produisent jamais. Les écarts de température au ras du sol n'y sont pas aussi grands qu'en plein air.

Le manque de données rend l'étude du climat difficile. Ce n'est qu'en été 1940 qu'on a installé, auprès de la maison forestière de Potoci, une station météorologique.

Le tableau suivant résume les caractéristique du climat que nous venons d'étudier. La station de Mlinichte est située en pleine forêt (voir carte).

Le climat local dans les grandes cuvettes karstiques présente des particularités très importantes à connaître, en raison de leur répercussion sur la végétation forestière.

En général, les dépressions sont des trous à gelées. E. AICHINGER a signalé le même caractère dans les Karawanken, et I. HORVAT, en parlant des stations occupées par les forêts pures d'Epicéa, dans le Velebit, les considère également comme des trous à gelées.

Nos observations nous ont montré que dans notre région les dépressions sont, au contraire, des stations préservées des gelées.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A MLINICHTÉ

Extrait de: S. Tregubov. *Reliefs en forme de croix sur les fûts des conifères*. Sumarski List, N° 6, 1935, Zagreb.

(Alt. 1180 m.)

TEMPÉRATURE				DIRECTION DES VENTS															
Année	moyen- ne	max.	min.	Nébu- losité	Précipi- tations mm.	NOMBRE DE JOURS AVEC :			ET NOMBRE D'OBSERVATIONS 3 FOIS PAR JOUR										
						neige	orage	grêle	brouil. (6-10)	vent	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W	Calmé
1906	4,6	27,8	-20,2	5,8	1689	73	8	0	88	13	446	6	2	7	250	96	0	4	284
1907	4,3	29,3	-25,4	5,5	1456	59	8	0	100	11	393	2	17	11	267	119	7	9	270
1908	4,3	29,0	-17,6	5,4	1812	65	2	0	79	19	491	6	19	1	230	70	72	17	192
1909	4,1	28,4	-19,4	5,1	1821	64	9	0	62	20	251	26	4	4	180	142	53	65	370
1910	5,2	28,1	-15,2	6,0	1957	54	14	3	75	10	194	37	60	31	263	87	34	70	319
DONNÉES ANNUELLES																			
DONNÉES MENSUELLES																			
Janv.	-5,1	11,2	-18	5,9	146	33	15	0	5	0	56	1	0	6	11	1	0	0	18
Févr.	-4	4,6	-13	9,1	135	50	15	0	3	1	52	1	0	1	19	0	0	1	10
Mars	-0,3	12	-12	5,9	82	23	8	0	4	2	36	0	1	0	21	21	0	0	14
Avril	3,7	19,4	-10	5,1	54	7	8	0	5	2	30	0	1	0	19	11	0	2	27
Mai	9,0	22,2	0,6	6,5	169	29	0	1	5	0	35	0	0	0	30	9	0	0	19
Juin	11,7	26,4	0,8	7,1	213	32	0	2	14	1	38	0	0	0	32	3	0	0	17
Juill.	13,7	27,8	4,2	4,8	138	36	0	1	18	1	21	0	0	0	23	8	0	0	41
Août	13,9	25,2	5	2,6	95	23	0	1	11	0	35	4	0	0	24	3	0	0	27
Sept.	8,9	17,8	-5,4	4,5	230	106	1	2	1	1	47	0	0	0	11	2	0	0	30
Oct.	6,5	11,8	-3,1	4,3	79	18	4	0	8	2	29	0	0	0	19	7	0	0	38
Nov.	2,4	6	-7,6	-6,0	126	22	1	0	4	1	27	0	0	0	27	15	0	1	20
Déc.	-5,4	27,8	-20,2	8,2	222	37	21	1	10	2	40	0	0	0	14	16	0	0	23
	4,6	27,8	-20,2	5,8	1689	106	13	8	88	13	446	6	2	7	250	96	0	4	284

(1) Précipitation mensuelle.

(2) Précipitation mensuelle diurne maximale.

Nous avons constaté que dans les grandes cuvettes, et dans celles-ci seulement, le climat est plus doux et particulièrement favorable au Sapin. Quand cesse le vent froid du N., qui apporte des précipitations, il se produit, pendant la nuit, un éclaircissement, accompagné d'un grand abaissement de la température, ce qui entraîne, au printemps, les gelées tardives et, à l'automne, les gelées précoces. Or, pendant ce temps, les cuvettes sont recouvertes d'un épais brouillard qui traîne au fond et persiste surtout jusqu'à midi. Il préserve des gelées. La différence de température entre les endroits découverts et les fonds de ces cuvettes peut être de 5 à 15° C.

Exemple. — Dans la cuvette entre les crêtes du Klekovatcha (1961 m.) et du Lounievatcha (1.706 m.), dont le fond est à 900 m. d'altitude, la végétation part deux semaines avant celle qui est à égale altitude, mais sur des plateaux ou sur des crêtes.

Souvent aussi les fonds de ces cuvettes sont mieux abrités des vents violents par les crêtes. La cuvette de Stevilovitcha est très abritée.

Nous avons eu l'occasion d'observer un de ces vents très violents du N. qui causa des chablis importants sur les crêtes, alors que le fond de la cuvette où nous marquions des coupes était calme et qu'on aurait pu y allumer une bougie.

Lorsque les crêtes de bordure sont très hautes, elles favorisent, au contraire, les courants d'air descendants qui peuvent atteindre une assez grande violence. (Exemple cite p. 16).

En ce qui concerne les petits entonnoirs karstiques, il y a lieu de distinguer ceux qui sont disséminés au fond des grandes cuvettes, lesquelles sont à une altitude relativement basse, et ceux qui sont à haute altitude. Chaque catégorie est caractérisée par un micro-climat et une végétation spéciaux (p. 73).

Dans tous ces entonnoirs, le climat local est plus froid à cause de la neige qui y séjourne longtemps, mais ceux des hautes altitudes ont un micro-climat particulièrement rude, parce que le brouillard protecteur est absent.

4. — INFLUENCE DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Nous avons signalé l'existence de deux cols traversés chacun par une route. Celles-ci datent du temps des Romains. Les fouilles et les monuments archéologiques permettent de conclure que la population était autrefois assez importante et l'activité commerciale considérable. Il est probable que, sur le littoral, les bois étaient déjà beaucoup exploités par la population dalmate, alors que nos grands massifs situés en arrière étaient sans aucun doute restés intacts.

Cette situation a duré pendant le Moyen Age, époque à laquelle la Bosnie était à l'état féodal gouvernée par des Princes Slaves Chrétiens.

Aux xvi^e et xvii^e siècles arrivèrent les envahisseurs turcs. Les conditions changèrent. La population chrétienne, refoulée par les musulmans, chercha des abris dans les montagnes et dans les forêts. Elle y conserva sa religion au prix d'une guerre continuelle de trois siècles. C'est de cette époque que date la distribution géographique des religions, si frappante encore en Bosnie.

Au xix^e siècle, l'administration de Bosnie se perfectionne. La loi ottomane de 1860, en particulier, codifia les droits au bois et de pâturage dans les forêts domaniales.

Ces droits ont été reconnus par le régime autrichien, après l'occupation (1878) et l'annexion (1908) de la Bosnie par l'Autriche.

D'après eux, chaque foyer avait le droit de s'approvisionner en bois de chauffage et d'œuvre dans les forêts les plus proches du village. Seuls, les prélèvements pour la vente étaient interdits.

Les limites de la forêt à l'intérieur desquelles les paysans pouvaient exercer leurs droits d'usage étaient mal connues. Même maintenant, sous le nouveau régime yougoslave, il a fallu faire un grand effort pour les réglementer, car ils sont, dans beaucoup de cas, très compliqués.

En ce qui concerne notre massif, les forêts qui son grevées de ces droits sont situées en bordure, où elles forment une bande d'environ 1 à 2 kms de largeur. Le gros de la forêt formant le noyau restait intact et inexploité. Il est maintenant domanial, aménagé et traité en futaie jardinée.

A la fin du xix^e siècle, un Bavaois entreprenant, nommé Otto STEINBEIS, conclut un contrat avec l'Etat autrichien, en vue de la mise en valeur de ces immenses forêts par une concession de longue durée, comportant l'obligation de construire des routes et des voies ferrées.

Il reçut une concession de 136.807 hectares (évaluation de 1904), lui permettant d'exploiter, par tranches annuelles, tous les arbres à partir de 30 cm. de diamètre, à l'exception de quelques porte-graines que l'administration forestière marquerait elle-même. Cette méthode s'est révélée très néfaste, à cause des modifications de milieu qu'elle provoquait par sa répercussion sur le régime des vents. L'administration forestière, pour cette raison, ordonna de laisser des parevents qui se révélèrent d'ailleurs insuffisants.

Otto STEINBEIS commença ses exploitations en 1893. Le problème le plus difficile était l'accès de la forêt et les moyens de transport du bois. Il le résolut en construisant, au-dessus du village de Ribnik, lieu de son exploitation, une crémaillère de 1200 m., en deux tronçons, par laquelle il put faire descendre les grumes dans la

Sana et la Sanica, où elles étaient guidées par flottage jusqu'à la scierie de Doberlin. Les lieux d'exploitation étaient eux-mêmes reliés à la crémaillère par des chemins de fer, par gravitation à traction animale, plus tard à locomotives.

L'entreprise de STEINBEIS se développait régulièrement. Au début de ce siècle, cet exploitant forestier construisit une grande scierie à Dervar, dans la vallée de Ounats, vers laquelle il fit descendre les grumes par son chemin de fer. Plus tard, fut élevée à Dervar une fabrique de cellulose. Cette localité devint ainsi un centre d'industrie du bois.

D'autres embranchements ferrés se dirigeaient vers Knin et Priédor. De Knin le bois fut transporté jusqu'aux ports de l'Adriatique. Au début de la Grande Guerre, Otto STEINBEIS possédait deux grandes scieries, cinq colonies forestières, un parc d'une quarantaine de locomotives et environ 2.000 kms de voie ferrée.

L'installation d'Otto STEINBEIS fut la première grande expérience d'exploitation forestière dans notre pays. On en vit les défauts et les qualités.

STEINBEIS coupait surtout les Conifères. Le Hêtre, n'étant pas apprécié, resta souvent inexploité; c'est l'origine de certains peuplements purs de Hêtres.

Les principes techniques de ce type d'exploitation extensive n'ont pas varié en raison du manque de routes. Aujourd'hui encore, ils reposent sur la construction, au fur et à mesure que l'exploitation avance, d'un réseau de voies ferrées forestières et son déplacement quand l'exploitation locale est terminée.

Après la Grande Guerre, l'Administration forestière yougoslave pratique le traitement par coupes jardinées, plus conformes avec les facteurs écologiques de la régénération, donc de l'avenir de ces forêts. Cependant, le principe de construction des lignes de chemin de fer a été retenu.

*
**

Les paysans des villages du versant dalmate ont l'habitude de choisir en forêt les gros trunks d'Epicéa pour faire des tonneaux. Les dégâts causés ainsi sont considérables, surtout dans la partie méridionale de la forêt. L'administration forestière réagit vigoureusement contre ces abus.

Le pâturage dans la forêt est autorisé, mais réglementé. Dans les forêts vierges, qui sont très sombres, il ne joue aucun rôle, mais il n'en est pas de même dans les forêts où les coupes viennent d'être faites. Ici, le pâturage intensif peut être, comme partout, très nuisible pour la régénération. Un pâturage modéré, au contraire, est parfois utile, car il favorise la régénération des Conifères aux dépens du Hêtre, lequel est brouté de préférence.

Les dégâts dus aux Insectes sont réels, mais ont été, à notre avis, exagérés. Il est vrai que parfois les insectes ont provoqué de véritables catastrophes. Le souvenir des dégâts énormes causés dans les forêts d'Epicéa de la Bosnie orientale, en 1933, par le *Liparis monacha* L. et des Ipides subcorticaux est encore dans toutes les mémoires.

Dans nos forêts mixtes, les Insectes sont rarement un grand danger, à cause du mélange des essences et de l'état hygrométrique assez élevé qui y règne. Seuls les Coléoptères subcorticaux peuvent s'y développer, si la période de sécheresse est assez longue, et être ainsi une cause d'attaques primaires (surtout sur l'Epicéa). Les arbres, déjà affaiblis ou abattus, par exemple par les chablis, sont particulièrement exposés. On les décortique donc immédiatement après leur chute.

Parmi les Insectes observés dans nos forêts, nous signalons : *Ips typographus* L., *I. amitinus* Eichh., *Pityogenes chalcographus* L., *P. migrographys* Gyll. et *Polygraphus polygraphus* Reitt., qui sont des Coléoptères subcorticaux de l'Epicéa.

Dans les bois d'Epicéa on trouve *Xyloterus lineatus* Oliv. et *Sirex gigas* L.

Chermes abitis Keth. n'est pas très fréquent.

L'Insecte le plus important à signaler pour le Sapin est l'*Ips curvidens* Germ., lequel peut devenir dangereux quand la sécheresse se prête au développement de deux générations, mais encore ici les arbres vigoureux ne sont pratiquement jamais attaqués.

Comme grand gibier, nous signalons le Chevreuil, le Loup, encore très fréquent, l'Ours brun, le Renard, la Martre, le Grand Tétrás. Les Chats sauvages sont rares. Le Lynx a disparu.

5. — LES ETAGES DE VEGETATION

D'après P. TCHERNIAVSKY, l'aire de l'Epicéa et du Sapin n'a pas beaucoup changé dans les Balkans, depuis le quaternaire post-glaciaire.

Les surfaces des forêts de tout le massif occupent 160.802 ha.

Sur le versant NE. du massif de Klekovatcha-Guermetch la forêt descend actuellement jusqu'à 800 m., le niveau situé entre 700 et 900 m. étant l'étage du Hêtre. Sur le versant SW, les limites sont moins régulières, à cause de la configuration du terrain, du climat et de l'influence de l'homme. Ici, elle ne descend qu'à 900-1100 m., passant plus bas, à des forêts de Hêtre plus ou moins dégradées. Celles-ci sont donc, sur ce versant, situées un peu plus haut.

Les étages climatiques dans notre massif sont les suivants:

Sur le versant NE.:

- 700- 900 m.: Etage des Hêtraies pures
- 900-1400 m.: Etage des forêts mixtes.
- 1400-1600 m.: Etage des Hêtraies subalpines.
- 1600-1960 m.: Etage du Pin Mugho

Sur le versant SW.:

- 900-1000 m.: Etage des Hêtraies pures
- 1000-1500 m.: Etage des forêts mixtes.
- 1500-1650 m.: Etage des Hêtraies subalpines
- 1650-1960 m.: Etage des landes asylvatiques.

Il y a donc dans le massif du Klekovatcha-Guermetch, à partir de 900-1000 m., jusqu'à 1500 m., suivant les versants, une immense surface couverte par des forêts vierges mixtes de Sapin-Epicéa-Hêtre,

A chacun des étages distingués représentent un climat particulier. Aussi entendons-nous l'étage au sens d'EMBERGER, c'est-à-dire que ce terme désigne une unité phytogéographique ayant ses caractères propres conférés par le climat, entièrement dégagée, indépendante, de l'altitude. Malheureusement, la pénurie de documents météorologiques ne nous permet pas d'inscrire ces étages dans un ensemble phytogéographique plus important, comme EMBERGER a pu le faire pour l'aire de végétation méditerranéenne. Une chose nous paraît cependant certaine, c'est que notre végétation n'appartient pas à l'aire méditerranéenne. Le régime des pluies, autant que nous le connaissons, avec sa sécheresse printanière prononcée, n'est pas méditerranéen ou ne pourrait qu'en constituer une forme de transition, ce que seules des mesures faites pendant plusieurs années pourraient mettre en évidence. De plus, même si le régime des pluies était méditerranéen, la pluviosité estivale serait encore trop élevée par rapport aux températures pour déterminer un milieu méditerranéen [EMBERGER, (Voir encore p. 19)].

DEUXIÈME PARTIE

MÉTHODES D'ÉTUDES

L'étude des forêts naturelles, vierges au sens propre du mot, comporte nécessairement celle de leur état actuel et de leur évolution. Etant donné le grand intérêt scientifique de tels peuplements, la description doit en être faite avec des soins tous particuliers. Ces forêts sont, en effet, comparables aux « types » des botanistes systématiciens. Leur description doit en fixer les caractères, comme une diagnose spécifique. La question de méthode joue ici un rôle très important, car elle s'adresse à une végétation où les arbres de très grande taille sont monnaie courante. L'échelle de l'analyse n'est donc pas comparable à celle qu'on peut appliquer à l'étude d'une pelouse.

Nous avons dû, pour ces raisons, tout d'abord déterminer une méthode d'étude adéquate à l'objet. La forêt étant une société de plantes, une *association* d'espèces, c'est aux méthodes de *Sociologie végétale* que nous nous sommes adressés pour résoudre ce premier problème.

Le terme *association* a été employé il y a déjà plus de cent ans, mais il n'a été exactement défini, pour la première fois, qu'au *Congrès international de Botanique* de Bruxelles, en 1910, dans le rapport présenté par C. FLAHAULT et SCHRÖTER :

« Une *association* est un groupement végétal de composition floristique déterminée, présentant une physionomie uniforme et croissant dans des conditions stationnelles également uniformes ».

Le Congrès se sépara sans s'être mis complètement d'accord. Néanmoins, les discussions de 1910 n'ont pas été inutiles. Elles donnèrent une solution d'attente aux principaux problèmes débattus.

La définition, ci-dessus indiquée, de l'association végétale fut même acceptée par beaucoup de Botanistes, car elle s'était révélée excellente.

Le rapport de Bruxelles est à la base du développement actuel de la Phytosociologie et des débats sur l'*association végétale*, débats auxquels seulement le *Congrès d'Amsterdam* (1935) a réussi à mettre provisoirement fin.

Deux écoles principales surtout s'étaient différenciées, représentées l'une par BRAUN-BLANQUET, et dite Zuricho-Montpellieraine, l'autre, Suédoise, ayant pour chef DU RIETZ.

Chacune défendait ses positions, surtout sur le point de la définition de l'*association végétale*. Au Congrès d'Amsterdam (1935), la résolution suivante fut prise sur la proposition de BRAUN-BLANQUET, DU RIETZ et NORDHAGEN, que :

1° Le terme de *sociation*, au sens des phytosociologues scandinaves, sera employé pour désigner les unités de végétation basées surtout sur la dominance dans les diverses strates;

2° Le terme d'*association* sera employé pour désigner les unités de végétation basées surtout sur les espèces caractéristiques et différentielles (au sens Zurich-Montpellier) ou du moins des unités du même ordre d'importance. On peut employer les termes de *subassociation* et de *facies* pour les unités d'ordre inférieur;

3° *Sociation* et *Association* peuvent être réunies en *Alliances*, au sens Zurich-Montpellier, et celles-ci en unités supérieures.

1. — LA METHODE DE BRAUN-BLANQUET

(Zuricho-Montpelliéraine)

Dans l'étude floristique de la végétation nous avons suivi la méthode de J. BRAUN-BLANQUET, avec quelques modifications, afin de l'adapter à l'étude de nos forêts vierges.

Après recherche, sur le terrain, d'une surface où la végétation a un caractère représentatif typique, on procède au *relevé sociologique*, lequel est un inventaire floristique (liste des espèces), accompagné des mentions ou des coefficients exprimant certaines qualités analytiques ou synthétiques du groupement.

Pour nos forêts, nous avons choisi ordinairement des surfaces de 400 ou 800 m². Ce sont des surfaces plus grandes que celles choisies habituellement, mais cela est nécessaires pour estimer l'ensemble de la végétation des différentes strates, à cause de l'existence de grands arbres. On ajoute une description de la station et des caractères synécologiques faciles à saisir — conditions du milieu du groupement végétal étudié. On indiquera tout particulièrement l'altitude, l'exposition, l'inclinaison du terrain, l'affleurement de la roche-mère, le profit du sol, l'état de l'humus, la litière, etc...

Après avoir décrit la station, on aborde la description de la végétation. On procède à son démembrement d'après les strates, en estimant le couvert (en %); pour la strate arbustive, on ajoute la hauteur des arbres et, pour la strate arborescente, encore le diamètre moyen. Parfois, même, dans la strate arborescente, on distingue un sous-étage (très nette en forêt vierge). Après, on procède à l'inventaire des espèces (d'après les strates) en les accompagnant de deux chiffres, le premier exprimant une estimation globale mixte

de l'abondance et de la dominance, l'autre la *sociabilité* (échelle 1 à 5).

+ Individu rare ou très rare — recouvrement très faible.

- 1 Individu assez abondant, mais degré de recouvrement très faible.
- 2 Individu très abondant, mais degré de recouvrement égal au moins 1/20° de la surface.
- 3 Nombre d'individus recouvrant 1/4 à 1/2 de la surface.
- 4 Nombre d'individus recouvrant 1/2 à 3/4 de la surface.
- 5 Nombre d'individus recouvrant plus de 3/4.

Pour la *sociabilité* on distingue:

1. — Isolément.
2. — En groupes.
3. — En troupes.
4. — En petites colonies.
5. — En peuplement.

On ajoutera encore les formes biologiques des végétaux supérieurs, selon le système de RAUNKIAER.

Pour un ensemble forestier on aurait des:

- I. — *Thérophytes* — plantes annuelles. Ex.: *Capsella Bursa-pastoris*.
- II. — *Géophytes* — plantes avec bourgeons insérés profondément dans le sol. Ex.: *Crocus*.
- III. — *Hémicryptophytes* — plantes dont les bourgeons sont à fleur de terre ou du substratum. Ex.: *Bellis perennis*.
- IV. — *Chaméphytes* — plantes à bourgeons végétatifs de survie jusqu'à 25-30 cm. au-dessus du sol. Ex. *Teucrium montanum*.
- V. — *Phanérophytes* — arbres et arbustes à bourgeons situés au-dessus de 0,50 cm. du sol.
- VI. — *Epiphytes arboricoles* — plantes supérieures vivant sur les phanérophytes.

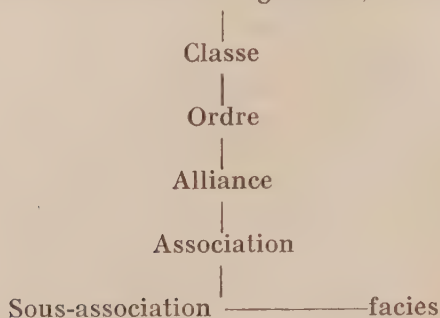
Ce travail analytique terminé sur le terrain, on procède au travail synthétique par la composition des tableaux comparatifs.

En dressant les tableaux, on groupe les espèces d'après leur degré de fidélité, en distinguant les espèces *caractéristiques* (exclusives, électives, préférentes), les espèces *compagnes*, les espèces *accidentelles* et les espèces *différentielles*, lesquelles, sans être caractéristiques, sont cantonnées dans une association ou une ou plusieurs sous-associations. En mettant un tel ordre dans les listes floristiques on reconnaît la *présence*, qui exprime le nombre de fois que l'espèce a été signalée dans tous les relevés.

En comparant les relevés avec d'autres se rapportant à des associations déjà décrites, on trouve la place *systématique* de l'association étudiée.

Les unités « systématiques » des groupements végétaux sont basées sur le principe des espèces caractéristiques:

Cercle de végétation



Dans le but de faciliter ces rapprochements, J. BRAUN-BLANQUET a commencé la rédaction du *Prodrome des groupements végétaux*.

La notion des espèces *caractéristiques* a été beaucoup critiquée. On peut reprocher à l'emploi de ce critère que les plantes caractéristique sont parfois très rares et absentes. Aussi disait-on que l'école zuricho-montpelliéraine considère trop que l'espèce exprime une écologie précise et fixe. La mise en évidence des écotypes (TURESSON) ou des biotypes (SOUKATCHEFF) montre cependant l'existence d'unités systématiques inférieures à l'espèce (des races) parfaitement individualisées du point de vue génétique et possédant des exigences écologiques très étroites héréditaires. Il n'en reste pas moins vrai que la notion des espèces caractéristiques rend de grands services dans l'étude des groupements végétaux.

La méthode de BRAUN-BLANQUET, légèrement modifiée par nous, nous a rendu de grands services. Ses avantages sont les suivants:

1° La notion des plantes *caractéristiques* est très importante et pratique pour les forestiers, car elle permet de se rendre très rapidement compte de l'état de la végétation, même sans en faire une étude approfondie;

2° Pour nos régions montagnardes balkaniques, où les variations de terrain et de climat sont grandes et la flore riche, la notion des plantes caractéristiques facilite l'étude ainsi que l'exécution des relevés;

3° Englobant toutes les strates, elle donne une expression complète de la végétation de l'ensemble;

4° L'exécution des relevés ne demande pas un temps disproportionné sur le résultat recherché;

5° La représentation de la végétation à l'aide des tableaux est très démonstrative. Il est commode de faire des comparaisons et de discerner les divers facies correspondant à des types de forêts;

6° Le classement des groupements végétaux est facilité par le grand nombre de travaux parus, faits d'après cette méthode;

7° A l'aide des tableaux, comme on le verra plus loin, nous

avons pu, d'une façon très expressive et simple, montrer les stades d'évolution de la végétation.

2. — LA METHODE DE DU RIETZ

(Ecole scandinave)

L'école de DU RIETZ (dite d'Upsala) se base sur la notion des espèces *constantes* ou *dominantes*. On examine un nombre assez grands de petits carrés de 1 à 4 m², dont toutes les espèces sont notées. On en déduit le pourcentage du nombre de carrés où la plante a été trouvée, par rapport au nombre total des carrés étudiés. Pour que l'espèce soit constante, il faut qu'elle existe dans 90 % de toutes ces petites surfaces. C'est une procédure compliquée et inapplicable à nos forêts, exigeant, de plus, un temps considérable. En 1930, DU RIETZ donna une classification très compliquée, basée sur la division de la végétation: groupements végétaux (phytocénoses), unistrates, stables et labiles, et synusies. Cette Ecole a rendu de grands services dans les pays nordiques, où la végétation est moins riche en espèces et plus uniforme, les forêts plus claires.

3. — AUTRES POINTS DE VUE

CLEMENTS et WEAVER se sont adonnés spécialement à l'étude des *successions* des groupements végétaux. Ils ont introduit le terme de *climax* (CLEMENTS, 1904), notion très importante pour la sylviculture.

Pour CLEMENTS, la végétation n'est pas un phénomène statique, mais dynamique en ce sens qu'une végétation donnée tend continuellement à se mettre en équilibre avec son milieu.

L'analyse de la végétation se décompose en l'étude des successions que l'on observe à partir d'un stade donné, jusqu'à ce que le climax soit atteint. L'association, ici, n'est qu'une phase dans une série de successions. Dans l'esprit de CLEMENTS, les associations sont des groupements physionomico-floristiques. Il semble que l'on puisse combiner les méthodes de CLEMENTS et de BRAUN-BLANQUET; l'étude d'après les principes de l'écologiste américain permet de saisir les *successions*, stades qui peuvent être utilement analysés par la méthode floristique.

La classification des groupements végétaux de l'Ecole américaine est très compliquée et artificielle. Les groupements sont divisés en unités du *climax* et en *seres*, les premières seraient en équilibre, tandis que les autres représenteraient des stades de successions. Les unités sont caractérisées par des *espèces dominantes*.

Deux écoles, russe et finlandaise, se sont occupées spécialement de la typologie forestière. Leur méthode d'analyse floristique, avec constitution de tableaux synthétiques d'après les relevés ne sont

pas aussi expressifs que ceux obtenus par la méthode BRAUN-BLANQUET.

L'école russe (MOROZOFF, SUKATCHEFF), pour estimer la dominance des espèces, emploie une échelle de mots (DRUDE). Les chiffres sont plus expressifs et plus commodes.

L'association est caractérisée par des espèces *déterminantes*, occupant des stations biologiquement équivalentes (espèces déterminantes = espèces jouant le rôle principal dans la structure du groupement, dans la stratification, dans la périodicité de l'aspect phénologique, par leur rôle dans la création du milieu spécial de l'association).

L'école filandaise, fondée par A. CAJANDER, pour la description floristique des types de forêts, chiffre le couvert et l'abondance des espèces de 1 à 10, d'après l'échelle de NORRLIN.

*
**

La sylviculture, dans son sens le plus large, doit reposer sur l'écologie et la connaissance du milieu, en particulier du climat. La méthode rationnelle d'étude de la végétation devrait donc : 1° comporter, avant tout, une étude aussi précise que possible du milieu et spécialement du climat; 2° s'adresser en première ligne à la végétation optimale — au climax — dont beaucoup de peuplements végétaux ne représentent que des états de dégradation ou de reconstitution.

L'étude floristique ne saurait donc suffire; il est nécessaire de la compléter par celles du milieu, des rapports entre milieu et végétation, enfin, du *climax*, en donnant la primauté au milieu et au *climax*.

L. EMBERGER est l'auteur d'une méthode d'étude de la végétation basée sur ces principes, mais, en l'absence de documents climatologiques suffisants, nous n'avons pas pu l'appliquer.

L'intérêt de cette méthode réside dans le fait qu'elle fait abstraction de la composition floristique, phénomène historique, pour mettre l'accent sur la biologie des végétaux, ce qui en détermine la géographie. Ainsi, EMBERGER arrive-t-il à réunir, dans une même unité, des groupements végétaux floristiquement très différents, mais croissant dans des conditions écologiques semblables, ayant, par conséquent, la même biologie. Ces unités sont précisément les *étages climatiques de végétation* déjà nommés (p. 24). Les homologues ou équivalences biologiques qui ont été ainsi mises en évidence sont très intéressantes, non seulement du point de vue de la géographie générale, mais encore pour les forestiers qui y trouvent les éléments rationnels pour la solution de beaucoup de problèmes de leur ressort.

LES « TYPES » DE FORÊTS

Pour SOUKATCHEFF, type de forêt et association sont synonymes. V. p. 30).

D'après A. CAJANDER, les *types de forêts* sont déterminés par le couvert herbacé à l'âge de la coupe du peuplement. La question du substratum y est secondaire, car un milieu très semblable peut se former sur des substrats différents. CAJANDER, dans ce cas, parle d'*équivalence biologique* (1909).

La végétation herbacée d'une forêt vierge ou d'une futaie jardinée, où le tapis herbacé est invariable, c'est-à-dire ne dépend pas de la coupe, caractérise en permanence un *type de forêt*, alors que dans une futaie régulière, le *type de forêt* est caractérisé par la végétation herbacée de la forêt à l'âge de la coupe.

Les *types de forêts* sont désignés par des espèces « *dominantes* ou *constantes* » (LEITPFLANZEN). Ils ne dépendent pas de l'essence forestière.

CAJANDER et ILVESSALO, en se basant sur ces types, ont calculé la production de la forêt en matériel ligneux et établi des tableaux montrant les rapports entre la production et les *types de forêts distingués*. La critique a reproché à cette méthode que les variations des rapports mis en évidence sont trop grandes.

On a essayé d'introduire cette méthode en Europe centrale (J. MULLER, A. ZLATNIK et J. ZVORYKIN). Mais les résultats n'ont pas été satisfaisants. H. SIGMOND et A. HILITZER trouvent qu'il n'est pas facile d'appliquer la méthode finlandaise en Europe centrale et surtout dans les régions montagnardes, à cause de la variabilité des facteurs écologiques. Il est difficile d'y trouver un rapport entre la croissance des arbres et la végétation herbacée.

K. RUBNER pense que la méthode est possible en Finlande, parce que les forêts sont très clairiérées (25-50 % de couvert arborescent, selon PALMGREN).

Nous montrerons que chez nous le couvert herbacé dépend de l'essence principale (Epicéa ou Hêtre) [Voir p. 38].

En Allemagne, K. RUBNER et F. HARTMANN ont introduit dernièrement une nomenclature de types de forêts qui s'applique à nos peuplements. Nous l'indiquons en y introduisant toutefois certaines modifications. La voici :

1° Le *type de forêt naturelle* correspond, dans notre cas, au climax de la région, forêt en état d'équilibre stable avec les facteurs écologiques de la station (état statique);

2° Les *types de peuplements forestiers naturels* sont des peuplements forestiers en voie d'évolution naturelle (état dynamique), des stades d'une succession;

3° Le *type de forêt culturale* est un type de forêt dont l'équilibre est soutenu par l'intervention de l'homme. Ce type présente un

cas particulier que nous appelons : *Type de forêt normale*, qui, pour nous, représente la forêt dans son état optimal quand au rendement économique, sans modification de l'équilibre de l'état forestier entretenu;

4° *Type de peuplement forestier cultural*. Peuplement forestier en voie d'évolution à cause des interventions culturelles. (Par exemple en voie de dégradation, etc.)

*
**

Dans notre cas concret, nous avons affaire à des forêts vierges qui entrent dans la catégorie des *forêts naturelles*.

Le terme de forêts vierges prête à discussion.

Selon K. RUBNER (1934), « c'est une forêt où l'intervention de l'homme est nulle ou presque nulle depuis un temps immémorial. On se représente cette forêt comme constituée de vieux arbres et de bois morts gisants à terre ».

Pour C.-A. SCHENCK, « toute forêt où il n'y a pas eu d'intervention de l'homme civilisé (Kulturmensch) » est une forêt vierge.

K.-M. MULLER appelle forêt vierge « l'ensemble forestier où l'influence de l'homme civilisé n'est pas exercée ».

Pour L. TCHERMACK, « la forêt vierge est celle où il n'y a eu aucune intervention de l'homme, et où la forêt s'est développée naturellement, sous les seules influences du climat, de la concurrence vitale, des organismes et de la répartition naturelle des plantes ».

WESSELY, forestier autrichien, qui a beaucoup travaillé en Bosnie, fait une différence entre les *vraies forêts vierges* et les *forêts soi-disant vierges*. Ces dernières sont des peuplements autrefois jardinés, mais auxquelles on n'a plus touché depuis très longtemps. Les vraies forêts vierges sont celles qui n'ont jamais été l'objet d'une intervention humaine quelconque.

Ces deux types de forêts se ressemblent beaucoup, la différence portant surtout sur le bois mort, beaucoup plus abondant dans les forêts vierges.

J. BASCLER appelle forêt vierge le stade climatique de la forêt (*Climaxstadium*).

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE BOTANIQUE ET FORESTIÈRE DES FORÊTS VIERGES

I. — ÉTUDE DE L'ÉTAGE DES FORÊTS VIERGES MIXTES SAPIN — EPICEA — HÊTRE

ÉTUDE BOTANIQUE

Généralités

Sur les 160.802 ha de la surface totale du massif forestier Klekovatcha-Guermetch, 130.000 ha environ sont couverts de forêts mixtes de Sapin-Epicéa-Hêtre.

Le mélange de ces essences est en proportions assez constantes; en général on peut estimer qu'il y a environ 50-60 % de Sapins, 30 % d'Epicéas et 20 à 10 % de Hêtres. L'essence physionomiquement dominante de ces forêts est le Sapin, bien que l'Epicéa y constitue souvent les individus les plus hauts.

Les conditions de l'étage climatique occupé par cette forêt sont les plus favorables au Sapin. Son optimum est au fond des vastes cuvettes karstiques plates. C'est là que vivent les plus grands Sapins. Dans la cuvette, au S. du sommet du Klekovatcha, on a mesuré des Sapins cubant jusqu'à 42 m³ sans écorce. Par contre, le Hêtre, dans ces stations, est dominé et proportionnellement moindre.

Avec l'altitude, la proportion de l'Epicéa augmente, en même temps que la forêt s'éclaircit. Plus haut, vers 1400-1500 m., celle-ci passe subitement à la hêtraie subalpine pure.

A ces altitudes, le climat est plus rude, la période de végétation plus courte, la régénération plus difficile. Les Epicéas ont les formes caractéristiques des hautes montagnes avec leurs branches tombant jusqu'au ras du sol.

En aucun point de notre massif l'Epicéa ne forme des peuplements purs à état de climax.

Le Hêtre peut exceptionnellement, comme nous le verrons plus loin, p. 75, dominer localement, mais il est, en général, toujours subordonné en formant dans nos forêts climatiques la strate buissonnante de 1-3 m. de hauteur.

Il arrive, comme c'est le cas au fond des grandes cuvettes, que le Hêtre soit complètement dominé, presque noyé dans la masse du Sapin, mais il n'est jamais éliminé. Sa croissance est simplement médiocre.

Ces stations des fonds de cuvette sont favorables au Sapin non seulement du point de vue des conditions climatiques (p. 18) mais aussi par les conditions édaphiques (sol plus profond, meuble, fertile et humide). Le Sapin en profite mieux que les autres essences. Il y trouve, en particulier, l'humidité nécessaire, surtout pour traverser les périodes estivales.

L'Epicéa atteint ses plus grandes dimensions au fond des entonniers karstiques (p. 74).

Sur les versants N., la proportion de l'Epicéa augmente légèrement, sans toutefois devenir dominante (p. 47), tandis que sur les versants S. c'est le Hêtre qui prend parfois le dessus.

Ces fluctuations ne sont pas grandes.

L'Erable (*Acer pseudo-platanus*) et l'Orme (*Ulmus scabra*) sont toujours disséminés; ils peuvent atteindre des dimensions importantes, surtout dans des bas fonds et sur les versants N., humides. Le Sycomore, dans ces forêts, a toujours le tronc un peu penché. Parfois on rencontre, surtout sur les crêtes et sur les sommets, le Sycomore à fibres ondulées, qui est un bois très recherché.

Signalons encore la présence de *Taxus baccata*. L'If était autrefois bien plus répandu qu'aujourd'hui. Il a été de tous temps, surtout au Moyen Age, très recherché par les paysans pour en faire des petits objets domestiques variés. Les objets en If porteraient bonheur, et la coutume veut que tout ménage en possède. Encore maintenant on trouve, çà et là, des vieilles souches et des sujets jeunes.



La fructification est en rapport avec les conditions climatiques annuelles. Nous avons constaté des productions de pollen particulièrement importantes, lorsque le début de l'été est sec. Les arbres peuvent en être jaunes.

En automne de ces années, il y avait un très grand nombre de cônes et, au printemps suivant, de très nombreux semis en brosse, surtout de Sapins. Les semis d'Epicéas et de Hêtres étaient également fréquents.

Les semis d'Epicéas et de Sapins, mais surtout du premier, s'installent de préférence sur les bois pourris qui donnent non seule-

ment des matières nutritives, mais assurent aussi, durant la période la plus sèche, une forte humidité. La régénération du Hêtre se fait sur son propre humus.

Les semis, si épais qu'ils soient, s'éclaircissent toujours beaucoup.



Le renouvellement de la strate arborescente dans la forêt climatique se fait par taches, ce qui est dû aux très grands arbres. Ceux-ci, en effet, ont des cimes recouvrant des surfaces assez grandes à l'abri desquelles se forme un sous-étage (voir projection verticale de la placette I, p. 59). Les arbres dominés végètent jusqu'au moment où ils sont découverts par la chute du géant. Ils peuvent attendre ainsi jusqu'à l'âge de 100 ans. Aussitôt découverts, leur croissance reprend intensément, jusqu'à ce qu'ils atteignent, à leur tour, leur taille définitive. On comprend ainsi pourquoi les plus grands arbres ont un cœur très compact, formé d'une centaine de zones d'accroissement annuelles extrêmement rapprochées; il traduit la période de jeunesse, pendant laquelle l'arbre a dû attendre les conditions favorables à son épanouissement, c'est-à-dire la chute de ses parents. La zone qui indique le changement du rythme dans la croissance est souvent indiquée par un décollement des anneaux ligneux par lesquels débute l'ère nouvelle de l'arbre. Au sciage le cœur peut parfois se détacher complètement.

Au cours de ces révolutions, le Hêtre reste toujours dominé, parce que les résineux sont déjà trop grands et le dépassent en vitesse d'accroissement.



Le couvert dans une forêt vierge est assez inégal; il est toujours complet, si l'on considère l'ensemble de toutes les strates, mais celles-ci sont d'importance variable. La part des arbres au-delà de 11 m. de hauteur dans le couvert est de 80 % environ.



L'enracinement de tous les arbres de nos forêts est très variable et dépend surtout du terrain. Il est difficile de dire si l'Epicéa ou le Sapin ont des racines plus profondes, car ni l'un ni l'autre ne peuvent développer leur pivot, à cause du terrain rocheux qu'ils finissent toujours par rencontrer. Les racines profitent de toutes les fissures des terrains calcaires et s'allongent ainsi beaucoup. Dans le terrain dolomitique, où le sol n'est pas profond, les racines sont également plus ou moins traçantes. On constate que les Epi-

céas sont plus souvent renversés que les Sapins, lesquels sont surtout cassés. On pourrait en conclure que l'enracinement du Sapin est plus puissant. D'une manière générale, les chablis sont toujours plus désastreux sur sols issus de dolomies que sur sols de calcaires, parce que les sols sur dolomie sont en général peu profonds et possèdent cette couche de sable peu perméable aux racines que nous avons signalées.

*
**

Les maladies des arbres sont peu nombreuses.

La plus fréquente et la seule dangereuse est le Chaudron (*Melampsorella caryophyllacearum*) des troncs des Sapins; il cause parfois la mort ou la cassure de l'arbre en déterminant un point de moindre résistance. Nous avons observé que cette maladie est plus fréquente là où le Sapin forme des peuplements plus ou moins purs et équiens.

En outre, on peut signaler l'*Armillaria mellea*, qui est assez fréquent, mais indique des attaques secondaires sur des arbres déjà affaiblis ou blessés. Les maladies telles que celles provoquées par le *Lophodermium macrosporum* ou le *Herpotrichia nigra* ne font pas de dégâts importants. Ce dernier n'intervient que dans les stations où la neige reste longtemps.

Le Champignon saprophyte *Ungulina annosa*, assez fréquent, peut être assez nocif pour l'Epicéa; il ronge l'intérieur de l'arbre et en diminue la valeur. Dans les cas graves l'arbre peut s'effondrer.

En automne et au début de la saison humide, éclosent de nombreuses espèces de Champignons saprophytes non dangereux pour les arbres, jouant même, au contraire, un rôle utile dans l'économie forestière en accélérant la décomposition des bois morts.

Enfin, nous signalons une dernière espèce peu fréquente de Champignon parasite du Sapin.

Ce Champignon parasite le liber et provoque une hypertrophie du rhytidome. Extérieurement, il se manifeste par des excroissances circulaires dans la partie inférieure du tronc. Sur les vieux arbres il n'a pas de conséquences graves, tandis que pour les jeunes sujets il peut être mortel. Ce Champignon est sans doute une espèce nouvelle. Il n'a pas encore pu être déterminé.

Le cœur du Hêtre est toujours rouge, ce qui diminue la valeur commerciale du bois. Plus il est dominé, plus l'étendue de la rougeur est grande.

Etude phytosociologique

Examinons le tableau I. La strate arborescente fait un couvert variant entre 70 et 80 %, sauf dans les relevés n^{os} 23-24 et 59.

Le relevé 24, où le sous-étage couvre, à lui seul, 50 % de la surface totale, a trait à une trouée de régénération.

Le relevé 23 a été pris au voisinage de la limite méridionale de la forêt; le Hêtre y est donc dominant.

Le relevé 59 représente un fond d'entonnoir avec de grands Epicéas à couvert très haut, les arbres étant très élagués.

Les variations du pourcentage du couvert de la strate arbustive sont beaucoup plus grandes (10 %-60 %), ce qui est surtout dû à la présence du Hêtre. Si nous ne tenons compte que des espèces arbustives adultes, le couvert arbustif est, par contre, assez constant et se réduit à environ 10 %.

Dans les strates arbustives, nous attirons l'attention surtout sur *Rhamnus fallax* et *Sorbus aucuparia*, dont la répartition coïncide avec l'extension du Sapin.

L'Erable Sycomore est fréquent dans la strate arbustive, rare dans la strate arborescente.

Le couvert de la strate herbacée varie entre 40 % et 90 %, ce qui dépend de celui de la strate arbustive et arborescente.

D'après la composition floristique, nous distinguons quatre groupements différents, bien que dans l'ensemble les différences soient faibles, les plantes préférantes de la hêtraie (du *Fagion*) sont toujours présentes. Nous avons ajouté à la liste classique de ce groupement *Aremonia agrimonioïdes* dont l'optimum semble coïncider avec celui du Sapin.

Parmi les *compagnes*, *Oxalis acetosella* est important, tant du point de vue de sa présence que de celui de sa dominance.

Dans le premier facies, les éléments des *Vaccinio-Piceetalia* sont assez nombreux. Leur nombre croît avec l'augmentation du couvert, en même temps que la strate herbacée diminue.

Aux espèces caractéristiques de la liste classique des *Vaccinio-Piceetalia* nous avons ajouté *Hieracium Transsilvanicum* et *Doronicum Columnae*, qui apparaissent avec l'Epicéa. La première est une des caractéristiques les plus importantes des forêts d'Epicéa de la région.

Le deuxième facies est caractérisé par des espèces de l'*Adenostylien*, espèces exubérantes à grandes feuilles du climat humide:

Mulgedium alpinum

Adenostyles Alliariae

Stellaria nemorum

Saxifraga rotundifolia

Doronicum austriacum

Ranunculus platanifolius

Ce sont des espèces subalpines indiquant une humidité plus grande et constante.

Les trois relevés, 1, 47 et 73, sont pris dans la forêt du Klekovatcha, à 1210 et 1430 m. d'altitude, les autres dans le massif de Guermetch, à des altitudes inférieures: 1150-1180 m., où l'étage climatique est abaissé du fait de la situation géographique.

Ce groupement forme transition avec la hêtraie subalpine décrite plus loin (comparer le relevé 47 du tableau 1 avec la hêtraie subalpine du tableau 2).

Le couvert arborescent, dans ce facies, est de 70 %. Par contre, le couvert herbacé atteint 80 %; la régénération est faible.

Nous constatons une augmentation de l'abondance de l'Epicéa et une diminution du Hêtre avec l'altitude. Cela concorde avec toutes nos observations.

Dans le relevé 4 l'Epicéa est même dominant, mais le relevé n'a trait qu'à une petite surface (200 m²), occupée par un groupe de grands individus au fond d'une cuvette (forêt de Guermetch).

Le troisième facies, à Fougères, forme transition avec la végétation des bas-fonds (tableau 3). L'altitude à laquelle se trouve ce facies est très variable. Le couvert arborescent est de 70 %, la proportion de l'Epicéa est importante (40 %). La strate herbacée occupe 50 à 90 % du couvert. Ce facies est caractérisé:

1° Par l'abondance des Fougères: *Dryopteris Filix-mas*, *Athyrium Filix-famina*;

2° Et par la diminution des espèces des forêts (*Fagion* et *Vaccinio-Piceetalia*).

Le quatrième facies, optimal, du Sapin, se rapporte à une forêt vierge au fond des grandes cuvettes karstiques, les plus riches en matériel ligneux (voir graphiques des placettes 1 et 8 de la forêt du Klekovatcha et placette 6 de la forêt de Guermetch).

La strate arborescente couvre ici 70 à 90 %.

L'Epicéa est surbordonné au Sapin. Le Hêtre est nettement dominé, alors qu'on constate l'apparition de l'Orme de Montagne; la strate herbacée couvre 60 % en moyenne. Les éléments de la hêtraie y sont bien développés, tandis que les espèces de *Vaccinio-Piceetalia* sont pour ainsi dire absentes.

La strate muscinale pour tous les groupements de la forêt mixte vierge est en moyenne de 20 % et ne varie pas beaucoup.

Nous avons constaté dans notre territoire que la végétation herbacée et muscinale est conditionnée par l'humus doux formé par les feuilles de Hêtre. C'est une des raisons qui explique pourquoi ces flores sont caractérisés par les espèces de la hêtraie, alors même que le Hêtre est toujours nettement subordonné et dominé. D'autre part, comme nous le verrons plus loin (tableau 5, relevé 66, et tableau 5, relevés 31,39), on observe dans les forêts modifiées, sans Hêtres, mais aptes à redevenir forêts climatiques (forêts transitionnelles), des espèces des forêts d'Epicéa.

La réapparition du Hêtre est immédiatement suivie des espèces neutrophiles caractéristiques de la Hêtraie, alors que la disparition du Hêtre n'élimine ses compagnes herbacées que très lentement. Ce contraste entre la lenteur de la disparition et la soudaineté de la réinstallation des espèces de la Hêtraie mérite d'être souligné.

De cette étude phytosociologique nous pouvons conclure que nos forêts, malgré la dominance du Sapin, appartiennent, d'après les espèces qui la constituent aux groupes de hêtraies (alliance du *Fagion*).

En comparant nos relevés avec ceux d'autres forêts déjà décrites, on voit que la forêt étudiée par I. HORVAT, sous le nom *Fagetum silvaticae croaticum australe*, se rapproche le plus de la nôtre.

Bien que nos relevés proviennent d'endroits très distants l'un de l'autre, l'homogénéité de la flore est très grande. On voit nettement que nous avons affaire à la même association. Nos relevés ne diffèrent de la sous-association appelée *Fagetum silvaticae croaticum australe abietosum* de I. HORVAT que par des détails secondaires. On retrouve les mêmes espèces du *Fagion* dans les deux associations.

Les plantes suivantes manquent dans nos relevés:

<i>Satureia grandiflora</i>	}	trouvées sur le Velebit
<i>Omphalodes verna</i>		
<i>Geranium nodosum</i>		
<i>Dryopteris dilatata</i>	}	trouvées sur la Pléchévitsa
<i>Rosa arvensis</i>		

Si l'on considère que le massif du Velebit est assez loin, tandis que la crête de Pléchévitsa se trouve entre le Velebit et le Klékovatcha et n'est séparé de celui-ci que par la vallée de l'Ounats, la liste précitée peut se réduire aux deux dernières espèces.

Par contre, presque toutes les espèces du *Vaccinio-Piceetalia* représentées dans nos relevés manquent dans l'Association de I. HORVAT.

Les voici:

<i>Hieracium Transsilvanicum</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>
<i>Luzula luzulina</i>	<i>Melampyrum angustissimum</i>
<i>Pirola uniflora</i>	<i>Doronicum Colomnae</i>
<i>Pirola secunda</i>	<i>Listera cordata</i>
<i>Goodyera repens</i>	

Il faut ajouter encore *Circaea alpina*, qui peut être considéré comme compagne de l'Epicéa.

Ces données concordent parfaitement avec la constitution de la strate arborescente, car l'Epicéa, presque absent dans les relevés de I. HORVAT, atteint une forte proportion dans les nôtres.

Cette relation entre la présence de certaines essences forestières (Epicéa, Hêtre) et celle d'espèces caractéristiques de la strate herbacée appartenant à la même association, montre une fois de plus l'intérêt de la notion de plantes caractéristiques.

En conclusion, notre forêt vierge peut être rattachée au *Fagetum silvaticae croaticum australe* d'HORVAT et pourrait être appelée, adoptant la même nomenclature, *Fageto-Abietetum croaticum piceetosum*.

La présence constante et la dominance de l'*Abies* justifierait cette distinction.

En dehors des espèces énumérées sur notre tableau 1, nous avons rencontré, dans nos relevés, une seule fois les espèces accidentelles suivantes:

Cystopteris fragilis (25, 31) — *Scolopendrium vulgare* (22 a) — *Polypodium vulgare* 1.2 (21) — *Poa* sp. 1.3 (11) — *Calamagrostis varia* (18) — *Carex digitata* (25) — *Veratrum album* (6) — *Ilex aquifolium* (23) — *Ranunculus acer* (6) — *Laserpitium latifolium* (47) — *Aegopodium podagraria* (27) — *Epilobium angustifolium* (20) — *Vaccinium Vitis Idaea* (1) — *Scrophularia nodosa* (6) — *Veronica montana* (4) — *Valeriana tripteris* (3) — *Adoxa moschatellina* (25) — *Sambucus Ebulus* (6) — *Leontodon hispidus* (25).

Remarques sur l'Epicéa

Dans le massif du Klekovatcha, l'Epicéa ne forme nulle part de forêts climatiques. Comme on le verra plus loin, cet arbre arrive seulement à former des peuplements transitoires sur des surfaces restreintes (quelques hectares).

Dans le massif du Guermetch, cependant, une partie du versant S., tournée vers la vallée de Bosanski-Petrovats, est couverte d'une forêt pure d'Epicéa. C'est une forêt exploitée et pâturée. Le climat local y est nettement plus sec (1000 mm. seulement de pluie par an).

La croissance de l'Epicéa est très belle et la régénération très abondante. La taille des arbres du peuplement actuel atteint 20 à 40 cm. de diamètre. Le couvert est de 70 % pour les arbres et de 30 % pour la strate herbacée. Celle-ci comprend les plantes suivantes caractéristiques du *Vaccinio-Piceetalia*:

Luzula luzulina 3.3.

Galium rotundifolium 2.3.

Luzula silvatica +

ainsi que quelques éléments des hêtraies.

La strate muscinale est caractérisée par

Eurhynchium striatum 3.5.

L'influence de l'homme a changé la composition de la strate herbacée par le pâturage.

Dans les montagnes du NW de notre massif, il y a des peuplements purs d'Epicéa.

Ceux de Gorski-Kotar ont été étudiés par Z. VAJDA (1933), qui arrive à la conclusion que l'Epicéa, pour former des peuplements purs, a besoin d'au moins 600 mm. de pluie pendant les quatre mois d'été et un état hygrométrique qui ne soit pas inférieur à 55 % en moyenne du mois le plus sec de l'année.

I. HORVAT dit que l'Epicéa, dans le Vélébit et sur la Pléchévitsa, est localisé seulement dans les cuvettes froides à courants d'air descendants froids. Dans les endroits balayés par les vents l'Epicéa se maintient mieux que le Hêtre.

Dans nos massifs, comme on l'a vu, ce n'est pas le cas.

ETUDE FORESTIÈRE

A) *Massif du Klekovatcha* (*Cuvette de Stevilovitcha*)

Cette forêt naturelle, en état de climax, a un aspect qui rappelle celui d'une futaie jardinée très âgée, surchargée de matériel ligneux.

Nous commencerons cette étude par celle de la forêt qui nous a paru la plus représentative. Elle se trouve dans la vallée appelée Stevilovitcha Uvala, située au centre du massif forestier de Klekovatcha, au SE. du sommet du même nom. Cette vallée a une forme de grande cuvette karstique plate, de 3.500 hectares environ. Au NE. elle est limitée par la crête nommée Tisova-Kosa (1200 m.) et au SW. par celle de Yavorova-Kosa (1200 à 1300 m.); au NW. et au SE. elle est formée par des plissements irréguliers d'altitudes supérieures. Elle est à fond assez plat, les accidents topographiques maxima n'atteignant que 1188 m., alors que le point le plus bas est à 1012 m.

Les crêtes du NE. et SW. sont dolomitiques; il y a là surtout des petites vallées à contours émoussés.

Le milieu et la partie E. de la vallée sont situés sur calcaire à Rudistes.

L'exploitation de la forêt occupant cette grande cuvette n'a commencé que depuis quelques années. Nous avons nous-même marqué presque toutes les coupes, de telle sorte que cette forêt, lorsque nous en avons entrepris l'étude avant l'exploitation, était vierge. Nous y avons délimité des placettes d'expériences qui doivent rester les témoins de l'état naturel. On verra plus bas la constitution et la structure de cette forêt. Malgré les différences d'exposition, la structure en est assez uniforme, sauf sur le versant S. de la Tisova-Kosa et sur deux taches d'environ 4 à 6 hectares chacune, où la forêt est équienne, ce qui indique, comme on le verra plus loin, une altération de l'état primitif.

Structure de la forêt sur de grandes surfaces

Le structure d'une forêt, du point de vue forestier, consiste en l'étude des rapports existant entre les différentes classes de diamètres, le volume et le nombre de tiges à l'hectare pour l'ensemble des essences et pour chacune en particulier. Les diagrammes et tableaux joints expriment ces données. Ceux-ci ont été établis d'après les données fournies par 12 parcelles chacune de 100 ha environ de la cuvette de Stevilovitcha-Uvala, choisies comme étant les plus intéressantes, parcelles situées sur les versants NW. et SE., ainsi qu'au fond de la vallée.

Les comptages ont été faits par l'entreprise forestière de l'Etat « Sipad ».

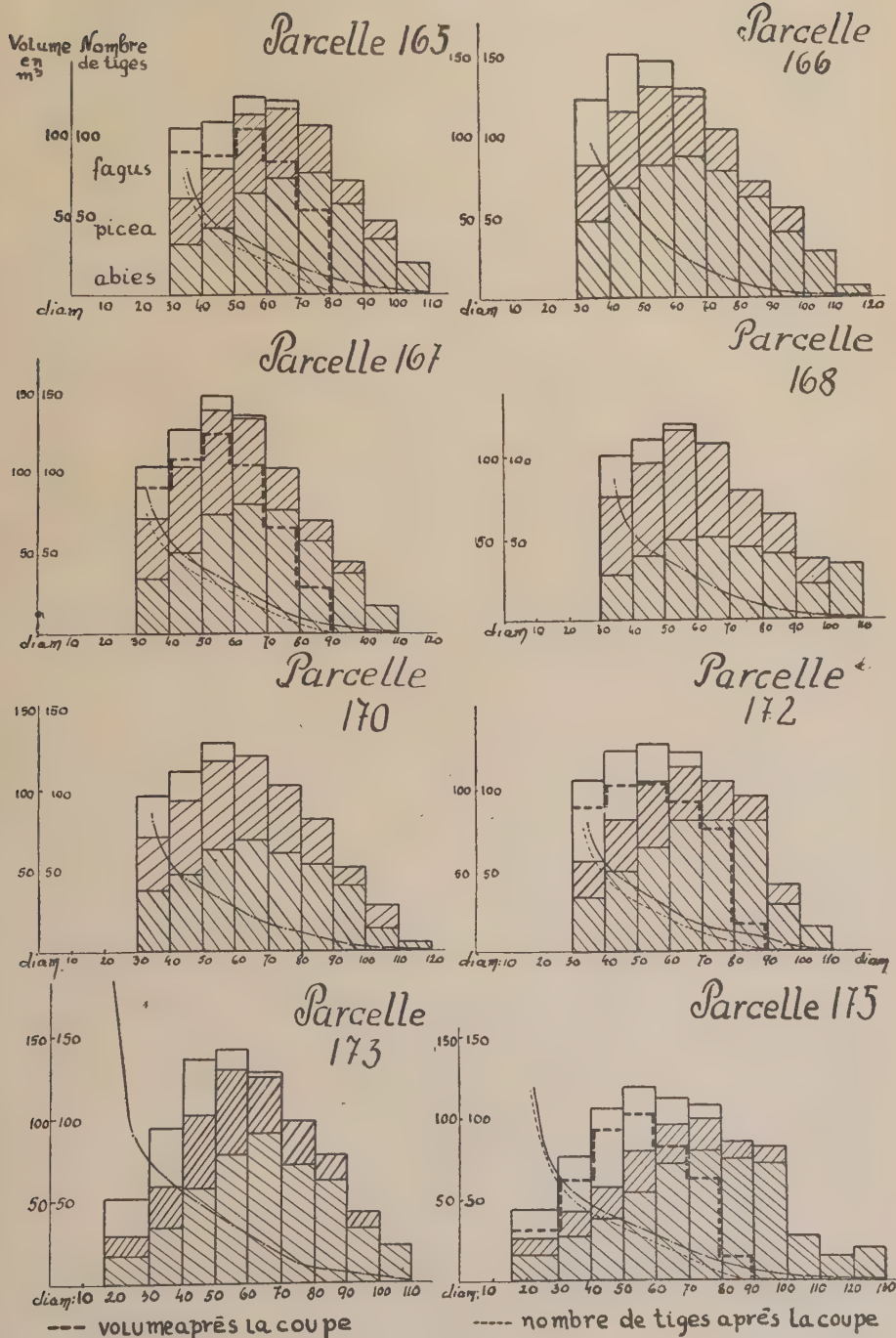
Le diamètre de tous les arbres a été pris à 1 m. 30 du sol et mesuré à 2 cm. près. Dans certaines parcelles, les arbres ont été complétés à partir de 16 cm. de diamètre, tandis que dans d'autres, seulement, à partir de 30 cm. Nous avons établi des classes de diamètre de 10 cm. en 10 cm., car le choix de ces dimensions nous a paru donner les résultats les plus démonstratifs et en même temps les plus exacts, tant pour le nombre de tiges que pour les volumes. Si on choisissait des diamètres plus petits, à différences, par exemple, de 2 ou de 5 cm., les résultats montreraient des irrégularités accidentelles qui masquent les faits que l'on veut mettre en évidence. Pour cette raison, il fallait augmenter la différence de diamètre sans cependant l'exagérer, car déjà des différences de 20 à 30 cm. se sont révélées insuffisantes pour l'étude de la structure de la forêt. Il n'en est pas de même pour l'aménagiste qui veut estimer rapidement le volume du gros bois.

Le calcul du cubage a été fait de la manière suivante: la section d'aménagement de l'entreprise « Sipad » a mesuré la hauteur des arbres moyens de chaque catégorie de diamètre (1), et a construit, d'après ces données, les courbes de hauteur de chaque essence. Le cubage des arbres a été calculé d'après les tableaux de SCHWAPACH. En multipliant ce cubage par le nombre de tiges on obtient le cubage de chaque catégorie de diamètre ou de classe de diamètre.

Dans les tableaux ci-joints, le cubage ne concorde pas toujours avec le chiffre qu'on aurait obtenu en multipliant le nombre de tiges par celui du cubage de l'arbre moyen. Cela provient d'erreurs nécessairement introduites dans les calculs, lorsqu'on réduit à l'unité-hectare le nombre de tiges devant être arrondi, pour éviter les décimales.

(1) Ces hauteurs choisies, d'après nos études, se sont révélées insuffisantes pour les gros bois.

Forêt de Klekovača

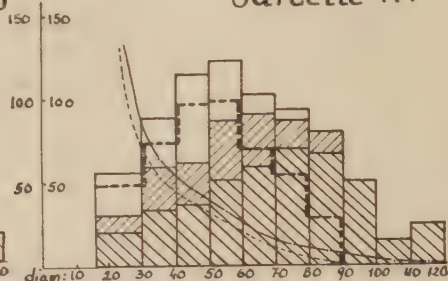
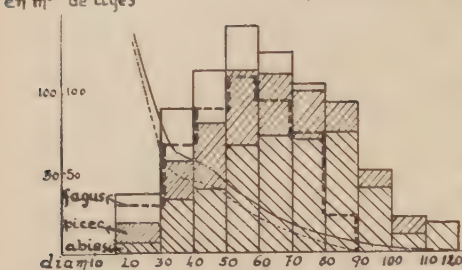


Forêt de Klekovača

volume nombre
en m³ de liges

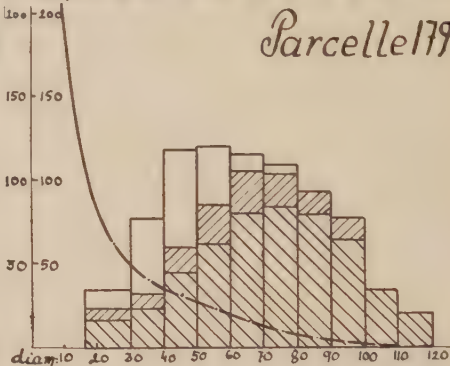
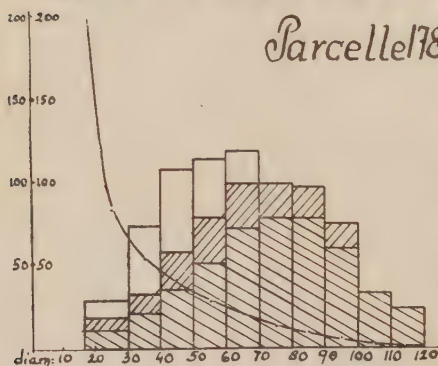
Parcelle 176

Parcelle 177



Parcelle 178

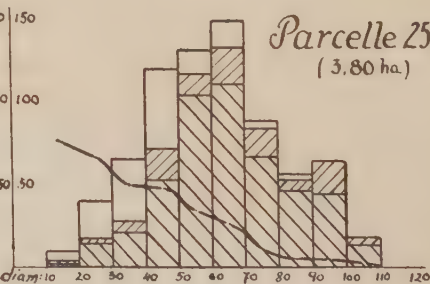
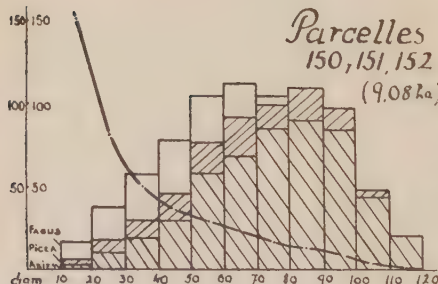
Parcelle 179



Lignes de taxation

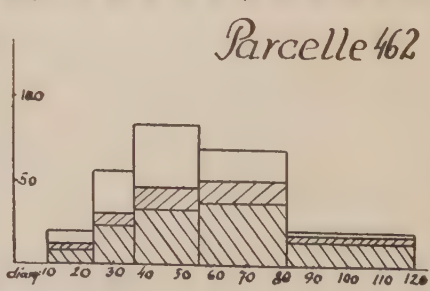
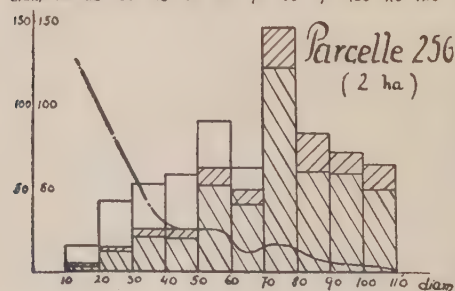
Parcelles
150, 151, 152
(9,08 ha)

Parcelle 257
(3,80 ha)



Parcelle 256
(2 ha)

Parcelle 462



FORÊT DE KLEKOVATCHA

PARCELLE 165
(120 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
30- 40.	24	31	22	29	35	43	81	103
40- 50.	16	41	15	37	11	27	42	105
50- 60.	16	63	13	49	3	11	32	123
60- 70.	13	72	8	42	1	5	22	119
70- 80.	10	74	4	30	.	.	14	104
80- 90.	6	56	2	14	.	.	8	70
90-100.	3	34	1	11	.	.	4	45
100-110.	1	19	.	.	.	.	1	19
110-140.	.	.	.	.	.	.	.	.
TOTAL..	89	390	65	212	50	86	204	688

PARCELLE 166
(119 ha)

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL
(1)	(2)	(1)	(2)
35	48	25	34
26	69	18	46
20	82	13	49
15	88	7	37
10	79	4	25
6	63	1	9
3	41	1	15
2	29	.	.
1	8	.	.
118	507	69	215
51	98	238	820

PARCELLE 167
(87 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
30- 40.	24	34	27	37	26	32	77	103
40- 50.	19	50	20	53	9	22	48	125
50- 60.	17	73	17	64	2	9	36	146
60- 70.	14	80	10	52	1	6	25	138
70- 80.	10	76	4	25	.	.	14	101
80- 90.	6	57	1	12	.	.	7	69
90-100.	3	37	1	7	.	.	4	44
100-140.	1	17	.	.	.	.	1	17
TOTAL..	94	424	80	250	38	69	212	743

PARCELLE 168
(27 ha)

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL
(1)	(2)	(1)	(2)
23	29	38	48
16	40	22	57
12	50	18	67
9	51	11	58
6	45	6	35
4	41	2	24
2	22	1	15
2	34	.	.
74	312	98	304
29	44	201	660

PARCELLE 170
(112,78 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
30- 40.	32	38	27	33	21	25	80	96
40- 50.	19	48	18	45	8	18	45	111
50- 60.	16	63	15	54	3	11	34	128
60- 70.	12	69	10	51	.	.	22	120
70- 80.	8	61	6	41	.	.	14	102
80- 90.	6	54	3	27	.	.	9	81
90-100.	3	41	1	11	.	.	4	52
100-110.	1	14	1	15	.	.	2	29
110-150.	1	6	.	.	.	.	1	6
TOTAL..	98	394	81	277	32	54	211	725

PARCELLE 172
(76,14 ha)*

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL
(1)	(2)	(1)	(2)
24	34	15	22
18	50	12	32
16	65	10	40
13	81	6	33
11	81	3	24
8	81	2	15
2	29	1	12
1	15	.	.
93	436	49	178
58	124	200	738

(1) Nombre de tiges à l'hectare de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

(2) Volume en mètres cubes de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

FORÊT DE KLEKOVATCHA

PARCELLE 173
(73 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
16- 20.	39	.	22	.	46	.	107	.
20- 30.	30	25	20	17	42	32	92	74
30- 40.	23	35	17	26	25	35	65	96
40- 50.	22	59	17	44	10	24	49	127
50- 60.	19	79	14	52	3	12	36	143
60- 70.	15	86	8	40	1	3	24	129
70- 80.	9	72	3	27	.	.	12	99
80- 90.	6	62	2	16	.	.	8	78
90-100.	4	43	1	10	.	.	5	53
100-110.	2	23	.	.	.	.	2	23
110-120.	.	.	.	.	.	.	.	.
120-190.	.	.	.	.	.	.	.	.
TOTAL..	169	484	104	232	127	106	400	822

PARCELLE 175
(117 ha)

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL	
			(1)	(2)
65	22	34	13	58
19	27	12	16	23
15	38	8	19	48
14	54	7	25	12
13	71	5	24	5
11	79	3	19	1
8	74	1	10	.
4	51	1	10	.
2	27	.	.	.
1	15	.	.	.
1	20	.	.	.
153	478	71	136	118
191	342	805		

PARCELLE 176
(115,59 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
16- 20.	.	.	.	.	.	.	.	.
20- 30.	51	10	37	15	87	25	175	50
30- 40.	23	33	17	23	21	31	61	87
40- 50.	22	39	16	39	13	32	51	110
50- 60.	16	65	12	45	7	26	35	136
60- 70.	12	70	7	38	2	12	21	120
70- 80.	9	68	4	29	1	5	14	102
80- 90.	6	52	2	18	.	.	8	70
90-100.	3	39	1	10	.	.	4	49
100-110.	1	11	1	10	.	.	2	21
110-160.	1	18	.	.	.	.	1	18
TOTAL..	144	405	97	227	131	131	372	763

PARCELLE 177
(110 ha)

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL	
			(1)	(2)
42	26	57	125	.
28	23	18	14	41
17	23	12	16	35
15	36	10	25	21
13	51	10	35	9
11	59	6	31	2
9	69	2	17	1
7	66	1	13	.
4	50	.	.	.
1	14	.	.	.
1	24	.	.	.
148	415	85	151	169
197	402	763		

PARCELLE 178
(75,39 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
16- 20.	29	.	17	.	32	.	78	.
20- 30.	33	16	11	9	40	30	84	55
30- 40.	15	20	9	12	28	42	52	74
40- 50.	14	35	9	23	19	50	42	108
50- 60.	13	51	7	28	8	35	28	114
60- 70.	13	72	5	27	3	20	21	119
70- 80.	10	78	3	21	.	.	13	99
80- 90.	8	78	2	19	.	.	10	97
90-100.	5	60	1	15	.	.	6	75
100-110.	2	33	.	.	.	.	2	33
110-170.	1	24	.	.	.	.	1	24
TOTAL..	143	467	64	154	130	177	337	798

PARCELLE 179
(42,53 ha)

SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL	
			(1)	(2)
35	16	45	96	.
27	16	9	7	44
16	23	7	9	29
13	45	6	15	21
15	62	6	23	11
14	80	5	25	3
11	84	3	19	1
8	79	2	14	.
4	54	1	13	.
3	34	.	.	.
1	20	.	.	.
147	497	55	125	154
197	356	819		

(1) Nombre de tiges à l'hectare.

(2) Volume en mètres cubes à l'hectare.

En étudiant la répartition du volume et du nombre de tiges d'après les essences et celle du volume et nombre de tiges d'après les classes de diamètre de chaque essence, nous remarquons que les courbes et les diagrammes présentent une grande uniformité, avec certaines modalités significatives. Comme caractères généraux de ces courbes nous citerons :

1° a) Que la courbe du nombre total des tiges subit une descente rapide correspondant à une grande élimination d'arbres dominés (jusqu'à 40 cm. de diamètre);

b) Qu'après cette chute la courbe subit une inflexion et se poursuit en droite inclinée entre 45 et 70 cm. de diamètre, ce qui indique que les arbres ont atteint la hauteur moyenne du peuplement; l'élimination est plus réduite et constante;

c) Que pour les classes de diamètre de 70 à 120 cm., la courbe, après une inflexion, se poursuit très peu inclinée, ce qui traduit une élimination très faible, les arbres ayant dépassé la hauteur moyenne des peuplements.

2° Que le volume est maximum pour la classe de diamètre entre 50-60 cm.

Ces données expriment une *moyenne*. Quant on compare les résultats obtenus par l'étude de toutes les parcelles, on constate des différences. Nous avons cherché à les expliquer.

Le substratum géologique-minéralogique n'exerce aucune influence, car des résultats identiques ont été obtenus avec les parcelles 167, 168, 170, 176, toutes entièrement sur terrain dolomitique; 165, 166 et 177, situées à moitié sur dolomies, à moitié sur calcaire à Rudistes; 172, 173, 175, exclusivement sur calcaire. L'exposition joue un rôle déterminant, ainsi qu'il ressort de la comparaison des parcelles sur substratum géologique différent, mais sur le même versant et celle des parcelles sur même substrat, mais occupant des expositions différentes. Les parcelles 175, 176, 178, 179 sont sur versant S.; 172, 173 au fond de la cuvette, au bas d'un versant S.; 170 nettement au fond, 165 et 168 sur le versant N.

L'exposition intervient par les modifications de composition quantitative des éléments de la forêt mixte.

Sur le versant Nord, il y a nettement plus d'Epicéa que sur le versant Sud (212 à 304 m³/ha), tandis que sur celui-ci la moyenne n'est que de 150 m³/ha.

Le Hêtre, par contre, est plus abondant sur le versant Sud (surtout vers la crête, dans les parcelles 177, 176 et 175, où il arrive même à former des peuplements presque purs). Les parcelles 177, 179 et 178 en ont plus de 170 m³/ha, tandis que les parcelles 165 à 168 et 178 en possèdent moins de 100 m³/ha. En général, le fond de la vallée à sol fertile (sur dolomie) est le plus riche en Sapins et le plus pauvre en Hêtres.

Dans la parcelle la plus riche en Hêtre, la courbe du *nombre des tiges* prend la forme d'une droite déjà dès la classe de diamètre 30-40; donc le nombre de tiges de cette catégorie d'arbres est le plus réduit, c'est-à-dire que la hauteur du peuplement moyen est plus faible.

L'étude des diagrammes des volumes par hectare montre que l'Epicéa forme un volume maximum à la classe de diamètre 50-60 cm., tandis que le volume maximum du Sapin est réalisé par celle de 70-80 cm. sur le versant Sud et 60-70 cm. sur le versant Nord et dans les bas-fonds. Le Hêtre, par contre, atteint son maximum sur le versant Sud par la classe 40-50 cm. et par celle de 30-40 pour les versants Nord et les fonds de vallée.

Lorsqu'on veut estimer le volume total de bois par hectare, il ne faut pas oublier d'ajouter, au chiffre obtenu par le comptage des arbres de plus de 30 cm. de diamètre, la masse de 60 m³ environ qui équivaut au cubage des arbres de 16 à 30 cm. de diamètre.

Il est difficile de savoir quelle est la partie de la forêt la plus riche en matériel ligneux, parce que les parcelles sont très grandes (100 hectares) et que les peuplements ne sont pas assez différents pour déterminer des variations notables. De plus, les parcelles à l'intérieur de la cuvette sont délimitées en ne tenant pas compte de la nature des peuplements par simple découpage rectangulaire.

Les parcelles ayant plus de 800 m³/ha (173, 166, 179, 175, 167) sont autant sur le versant N. que sur le versant S. et au fond la vallée, sur dolomie et sur calcaire. Cependant, d'après les données des placettes d'essais, la forêt est, comme nous le verrons, la plus riche au fond de la vallée.

Etude des arbres modèles

Passons maintenant à l'étude dendrométrique, c'est-à-dire des arbres abattus au moment des coupes. Pour chaque parcelle il a été fait un *tarif de cubage pour les trois essences principales*. On a choisi, dans le lot des individus abattus, chaque vingtième arbre, sans faire attention à sa qualité. Cette méthode a, comme on sait, l'avantage d'être objective. Les Conifères abattus ont été écorcés; tous les arbres ont été mesurés exactement, par sections, de 4 m. en 4 m. Pour les résineux (Sapin, Epicéa), on a cubé les troncs jusqu'au diamètre de 13 cm. Le Hêtre a été mesuré avec l'écorce jusqu'à 7 cm. de diamètre (tronc et branches). Les résultats des cubages obtenus ont été disposés en un tableau, suivant le diamètre des arbres, de 2 cm. en 2 cm. Pour les 11 parcelles nous avons mesuré en tout 8.400 arbres (Sapin, Epicéa, Hêtre).

Après avoir fait la moyenne arithmétique de chaque catégorie de diamètre, on dresse un graphique et on trace la courbe en por-

MESURES DES ARBRES MODELES ABATTUS DANS LES COUPES

HAUTEUR

SAPIN

Parcelles

DIAMÈTRE A 1 cm. 30	165	168 (1)	175 (2)	257	272	152
20	20	16	16	17	16	14
30	25	22	22	25	23	20
40	29	27	27	31	29	25
50	32	31	31	36	34	29
60	35	34	34	39	37	34
70	38	37	37	42	40	36
80	40	40	40	44	33	39
90	43	43	42	45	36	41
100	45	45	44	47	39	.
110	47	47	46	49	50	.
120	50	50	47	50	.	.
130	.	.	48	.	.	.
140	.	.	50	.	.	.

EPICÉA

DIAMÈTRE A 1 cm. 30	165	168 (3)	170 (4)	272
20	18	17	17	17
30	26	24.5	24.5	24.5
40	31	30.5	30.5	30.5
50	35	35	35	35
60	37.5	37.5	38	39
70	40	40	41	43
80	42.5	42.5	44	46.5
90	44.5	44.5	47	50
100	46	46	49.5	52.5
110	48	48	52.5	55
120	49.5	49.5	55	.
130	51	51	57	.
140	52.5	52.5	.	.

HÊTRE

DIAMÈTRE A 1 cm. 30	170	172 (5)	175	272
20	18	18.5	18.5	18.5
30	22.5	23.5	25	24
40	25.5	26.5	28	27
50	28	28.5	30.5	30
60	29	30.5	32.5	32.5
70	31	32.5	34	35
80	.	34.5	36	.
90	.	36	.	.

tant, sur l'abscisse, les diamètres et, sur l'ordonnée, les volumes. La courbe obtenue est rectifiée en tenant compte du nombre d'arbres mesurés de chaque catégorie de diamètre. Les écarts entre les résultats exprimés par la courbe et ceux de la mesure directe ne dépassent jamais 5 % (Fig. p. 49).

Nous mettons ensemble les courbes pour les parcelles 257, 271, 272. Ces parcelles se trouvent dans la vallée calcaire karstique pro-

- | | | |
|-----|------------------------------|----------------|
| (1) | Identique pour les parcelles | 170, 172, 256. |
| (2) | — | 176, 271. |
| (3) | — | 172, 175, 176. |
| (4) | — | 256, 257. |
| (5) | — | 176, 177, 271. |

MESURES DES ARBRES MODELES ABATTUS DANS LES COUPES (1)

VOLUME

SAPIN

Parcelles

DIAMÈTRE à 1 m. 30	165	167	168	170	172	175	176 (2)	256 (3)	257 (4)
20.....	—	0.24	0.23	0.22	0.25	0.23	0.23	0.18	0.24
30.....	—	0.79	0.71	0.70	0.77	0.70	0.81	0.62	0.81
40.....	1.52	1.60	1.53	1.41	1.61	1.47	1.62	1.28	1.68
50.....	2.36	2.81	2.68	2.40	2.56	2.54	2.59	2.26	2.85
60.....	3.53	4.23	3.87	3.78	3.65	3.90	3.84	3.66	4.10
70.....	5.02	5.80	5.08	5.52	5.02	5.40	5.37	5.14	5.59
80.....	6.85	7.53	6.60	7.32	6.90	6.93	7.22	6.89	7.72
90.....	8.94	9.45	8.85	9.24	9.24	8.76	9.37	9.11	10.12
100.....	11.26	11.48	11.52	11.65	11.70	11.04	11.45	11.76	13.02
110.....	13.60	14.08	14.97	14.47	14.37	13.77	13.72	14.84	16.40
120.....	—	17.30	—	—	17.46	16.60	13.30	17.90	20.00
130.....	—	—	—	—	—	—	17.10	—	—
140.....	—	—	—	—	—	—	19.00	—	—

ÉPICÉA

DIAMÈTRE à 1 m. 30	165	167	168	170	172	175	176 (2)	256 (3)	257 (4)
20.....	—	0.27	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24
30.....	—	0.84	0.78	0.63	0.72	0.68	0.81	0.69	0.70
40.....	1.40	1.57	1.60	1.33	1.51	1.35	1.58	1.36	1.41
50.....	2.25	2.61	2.60	2.23	2.47	2.26	2.46	2.30	2.53
60.....	3.23	3.90	3.72	3.41	3.61	3.45	3.57	3.47	4.19
70.....	4.54	5.17	4.85	4.90	4.94	4.90	5.00	5.04	5.95
80.....	6.11	6.45	6.00	6.50	6.41	6.57	6.75	7.04	7.73
90.....	7.72	7.87	7.75	8.26	8.24	8.32	8.60	9.57	10.04
100.....	9.51	10.24	9.72	10.51	10.38	10.46	10.45	12.50	13.05
110.....	—	13.21	—	—	—	12.30	12.40	15.40	16.10
120.....	—	—	—	—	—	14.20	14.30	—	19.50
130.....	—	—	—	—	—	—	16.20	—	22.80
140.....	—	—	—	—	—	—	18.10	—	26.20

HÊTRE

DIAMÈTRE à 1 m. 30	170	175	176	279	272
20.....	0.26	0.23	0.36	0.26	0.28
30.....	0.72	0.76	0.76	0.77	0.76
40.....	1.40	1.64	1.62	1.70	1.65
50.....	2.35	2.85	2.88	2.70	3.02
60.....	3.86	4.36	4.56	4.35	4.70
70.....	—	5.97	6.50	6.40	7.08
90.....	—	—	10.90	—	—
80.....	—	8.00	8.50	—	—

fonde de Strouganitsa (voir le plan). Ces courbes montrent que les arbres du même diamètre ont ici un cubage supérieur à celui constaté à Stevilovitcha-Uvala. Nous en expliquerons la raison plus loin (p. 68).

Dans la vallée de Stevilovitcha-Uvala on remarque certaines différences entre les courbes des diverses parcelles. Elles ne sont du reste marquées que pour les arbres ayant plus de 90 cm. de diamètre. On ignore les raisons de ces variations. Peut-être la fréquence de gros arbres tarés y est elle pour quelque chose.

(1) Les Conifères sont mesurés sans écorce, jusqu'à 13 cm., au fin bout, et les Hêtres avec écorce et branches, jusqu'à 7 cm.

(2) Identique pour la parcelle 177.

(3) — — — 271.

(4) — — — 272.

Il semble résulter de ces graphiques que le Sapin cube davantage au milieu de la cuvette de Stevilovitcheva (parcelles 168, 170, 172) que sur les versants. Pour le Hêtre, il est évident qu'il cube moins dans la vallée, station où il est dominé par le Sapin (parcelle 170).

En examinant les courbes du Sapin et de l'Epicéa de toutes les parcelles, on s'aperçoit que pour les diamètres de 50 à 70 cm., la courbe est une droite (ou presque une droite). Cela indiquerait qu'à ces diamètres il y aurait un changement de relations, une discontinuité, entre l'augmentation du diamètre et celle du volume.

Les courbes des hauteurs des arbres ont été construites à l'aide de la hauteur des tiges et par catégories de diamètre de 2 à 2 cm.

A titre de comparaison, nous donnons aussi les courbes pour les parcelles de la vallée de Strouganitsa (156, 257, 271 et 272) les parcelles 257, 272 étant sur le versant Nord d'une profonde cuvette fraîche, 256 et 271 étant sur le versant Sud.

L'augmentation de la hauteur par rapport au même diamètre se voit surtout chez l'Epicéa (la parcelle 170 située également au fond de la vallée).

Les arbres de la parcelle 152 ont des hauteurs inférieures; cela s'explique par le fait que cette station est sur un sol moins profond, quoique dolomitique, et plus près de la limite méridionale de la forêt (voir p. 66).

D'une façon générale, on s'aperçoit que les courbes sont convexes pour l'Epicéa de 30 et 50 cm. de diamètre et pour le Hêtre entre 20 et 35 cm., donc à l'âge d'une diminution brusque de la croissance en hauteur. Chez le Sapin, ces faits sont bien moins nets.

Le principe de « bonité », d'après les hauteurs, employé couramment, est difficilement applicable à nos forêts vierges, car celles-ci sont composées de trois étages de bois, les menus bois, les bois moyens et les gros bois, correspondant respectivement aux 3^e, 2^e et 1^{re} bonités.

Avant de terminer l'étude de ces arbres modèles, remarquons qu'ils sont choisis parmi les arbres abattus et qu'ils représentent seulement les individus moyens de la coupe, et non pas les arbres moyens de l'ensemble de la forêt. Ces données seraient légèrement inférieures à 80 cm. de diamètre, car, en marquant les coupes, on choisit, en premier lieu, les arbres défectueux, tarés, mal formés, et on laisse de côté les arbres d'élite, tandis que les arbres supérieurs à 80 cm. de diamètre ne sont laissés qu'exceptionnellement; ceux-ci représenteraient donc bien exactement les qualités de ces diamètres. Les arbres inférieurs à 30 cm. de diamètre qui ne sont marqués qu'après abattage, parce qu'ils sont surtout formés d'individus blessés au cours des exploitations, représentent, eux aussi, les arbres moyens du peuplement.

Les Epicéas ayant plus d'un mètre de diamètre ont ordinaire-

ment de grands empattements, de telle sorte que le diamètre pris à 1 m. 30 du sol montre une diminution sensible dès la hauteur de 2-3 m.

Le Sapin et le Hêtre sont plus réguliers.

Le pourcentage de l'écorce, mesuré sur 260 arbres, a donné 13 % du volume total pour le Sapin et 10,5 % pour l'Epicéa. Remarquons que sur le versant frais de la vallée de Strouganitsa, nous avons trouvé, sur 22 arbres mesurés, 11,1 % pour le Sapin et 6,6 % pour l'Epicéa. On peut en déduire que dans des stations plus fraîches l'écorce est plus mince.

Sur 280 de ces arbres abattus, nous avons compté les couches annuelles sur la souche. D'après ces données, nous avons construit une courbe de l'âge (voir p. 55) pour le Sapin et l'Epicéa. Nous avons employé la méthode des moyennes arithmétiques et celle qui consiste à marquer chaque arbre dans le graphique par un point. Le résultat était identique avec les deux méthodes. On obtient pour chaque essence une droite et les quatre tracés se superposent. (Fig. p. 55).

Le temps de passage entre une classe d'âge à l'autre est fixe et égal à 22 ans, c'est-à-dire que pour des catégories de 5 cm. de différence de diamètre, unité de mesure adoptée en France, le temps de passage serait de 11 ans.

Il faut remarquer que l'âge d'un arbre de 16 cm. de diamètre est déjà de 100 ans; nous en avons expliqué la raison (p. 35).

La ligne étant une droite, les accroissements seraient les mêmes pour les arbres de diamètre entre 20 et 120 cm. En réalité, ceci n'est pas très exact, car les mesures prises sur les souches des grands arbres d'un diamètre de plus de 90 cm., qui sont dominants, ont montré un accroissement très intense entre 40 à 80 cm., c'est-à-dire entre 150 et 200 ans. Mais, en moyenne, les accroissements de ces arbres sont égaux aux arbres moyens de diamètre inférieur.

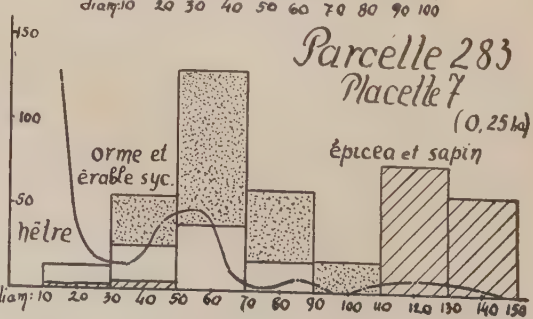
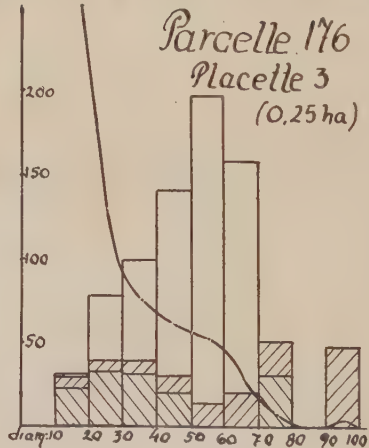
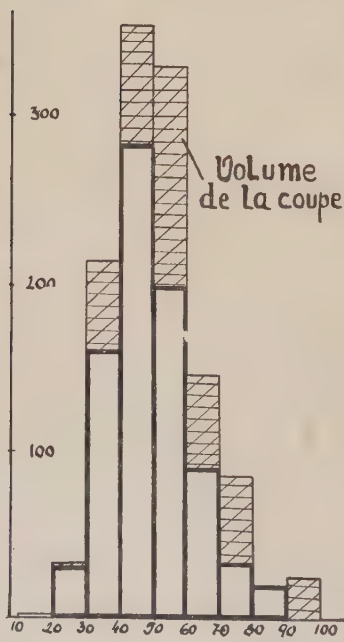
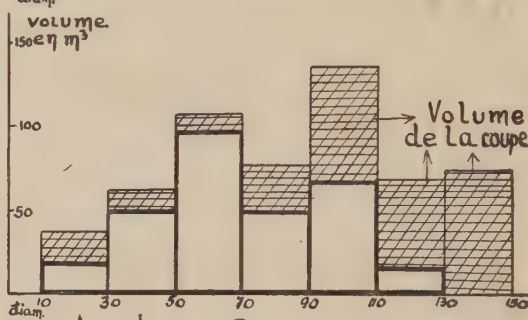
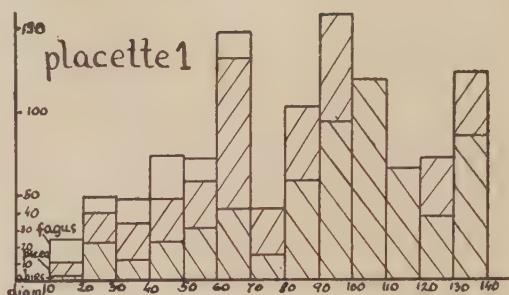
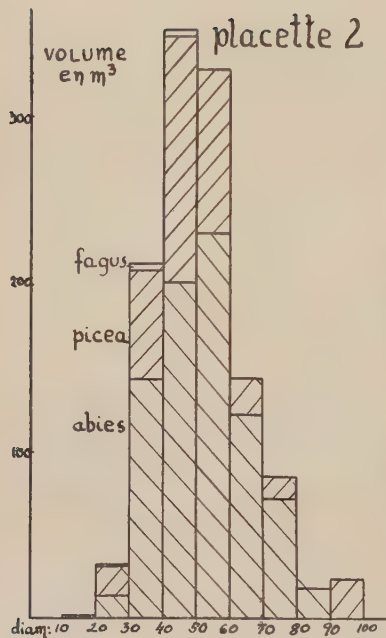
L'âge maxima enregistré sur les souches était, pour le Sapin, 423 et, pour l'Epicéa, 509 ans. Ces arbres étaient sur les crêtes.

Etude des placettes d'essai dans les cuvettes de Stévilovitcha

Ces grandes étendues de forêts donnent l'impression d'une grande uniformité. Dans le détail, cependant, on observe bien des différences locales dans la structure de forêt. Nous les avons étudiées. Dans ce but, nous avons délimité plusieurs placettes d'expériences où nous avons fait toutes les mesures des arbres qu'il nous a été possible de prendre.

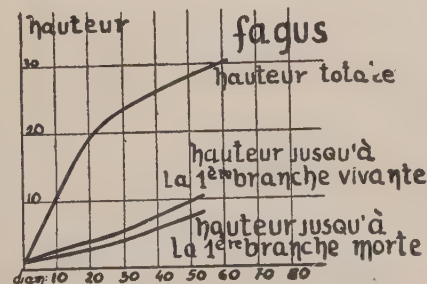
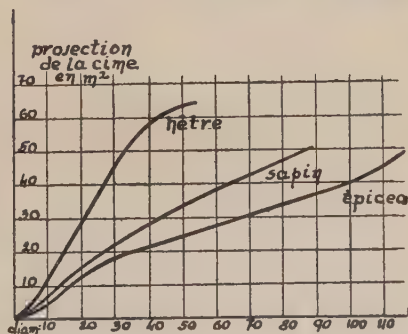
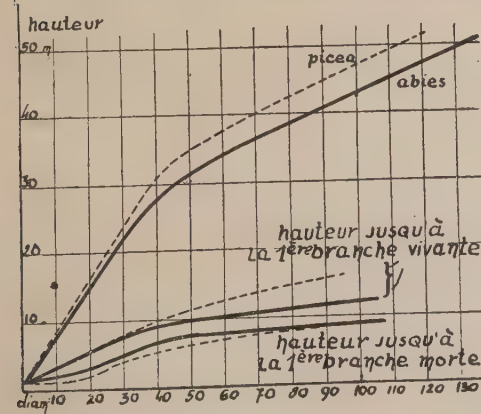
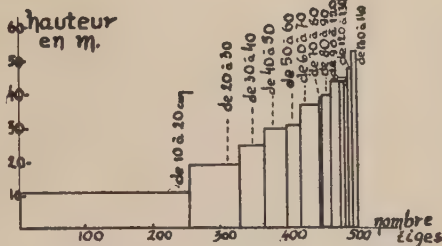
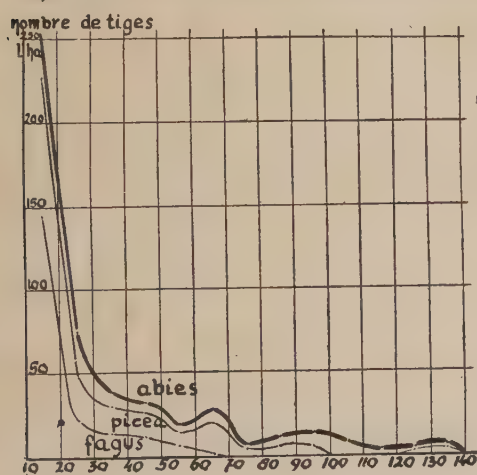
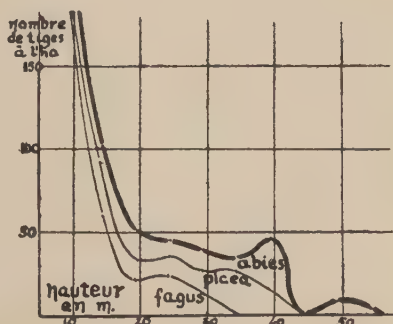
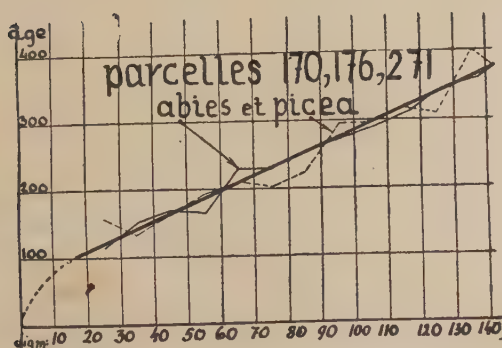
Deux de ces placettes, établies au fond de la cuvette de Stévilovitcha, ont été choisies pour l'étude du climax où la forêt est la plus riche en matériel ligneux et où sont réalisées les conditions optimales pour la forêt, en particulier de Sapin (voir p. 34).

Forêt de Klekovača parcelle 176



Forêt de Hlekovača

Parcelle 176 - Placette d'essai 1



PLACETTE 1

(Parcelle 176)

MESURES DES ARBRES DU PEUPELEMENT INITIAL (1)

DIAMÈTRE A 1 M. 30 en cm.	HAUTEUR TOTALE	HAUTEUR JUSQU'À LA PREMIÈRE BRANCHE VIVANTE	HAUTEUR JUSQU'À LA PREMIÈRE BRANCHE MORTE	PROJECTION DE LA CIME en m ²
		SAPIN		
10	8.5	3.5	2	7
20	15	5.5	3	16
30	22	8	5	22
40	27.5	9	6.5	28
50	31.5	9.5	7	34
60	34.5	10	7.5	38
70	37	10.5	8	43
80	39.5	11	8.5	47
90	41.5	11.5	8.5	52
100	43.5	12	9	.
110	45	.	.	.
120	47	.	.	.
130	49	.	.	.
ÉPICÉA				
10	9	3	1.5	4
20	16	5.5	2	13
30	24	8	4	19
40	31	10	5	22
50	35	11.5	6	25
60	32.5	13	7	28
70	40	14	7.5	31
80	42.5	15	8	34
90	45	15.5	8.5	37
100	47	16	9	40
110	48.5	.	.	45
120	50	.	.	53
130	52	.	.	.
140	.	.	.	.
HÊTRE				
10	10.5	2.5	2	11
20	19.5	3.5	3.5	29
30	23.5	5.5	4	46
40	26	7.5	6	58
50	28.5	9.5	7.5	63
60	30.5	.	.	65

(1) Après la rectification des courbes.

Surfaces des placettes:

Nos placettes d'expériences ont servi deux buts:

1° L'étude descriptive typologique de la forêt en relation avec les arbres qui la constituent;

2° L'étude statistique de la taxation de la structure de la forêt (répartition des tiges d'après les classes de diamètre, etc...).

Pour la première étude, nous avons délimité des placettes de 0,5 et 0,25 ha.

Beaucoup d'auteurs adoptent même des placettes moins grandes.

En Finlande, KUJALA s'est arrêté à la surface de 625 m², LIN-KOLA à 150 m², ILVESSALO à 0,25 ha; SUKATCHEFF conseille également 0,25 ha.

PLACETTE 1

Parcelle 176 (0,5 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	28	3	82	8	144	14	254	25
20- 30.....	26	23	28	17	20	10	74	50
30- 40.....	8	12	16	22	14	15	38	49
40- 50.....	6	15	14	34	12	26	32	75
50- 60.....	6	23	8	28	6	22	20	73
60- 70.....	8	42	18	90	2	12	28	144
70- 80.....	2	15	4	27	.	.	6	42
80- 90.....	6	59	6	48	.	.	12	113
90-100.....	8	94	6	66	.	.	14	154
100-110.....	8	119	.	.	.	.	8	119
110-120.....	4	66	.	.	.	.	4	66
120-130.....	2	38	2	34	.	.	4	72
130-140.....	4	85	2	38	.	.	6	123
TOTAL.....	116	594	186	412	198	99	500	1105

PRODUIT DE LA COUPE

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	2	.	12	1	46	5	60	6
20- 30.....	2	1	8	5	8	4	18	10
30- 40.....	.	.	.	.	10	14	10	14
40- 50.....	2	5	.	.	4	9	6	14
50- 60.....	.	.	4	14	.	.	4	14
60- 70.....	.	.	2	10	.	.	2	10
70- 80.....	2	12	2	13	.	.	4	25
80- 90.....	.	.	4	32	.	.	4	32
90-100.....	2	38	4	45	.	.	6	83
100-110.....	4	57	.	.	.	.	4	57
110-120.....	2	28	.	.	.	.	2	28
120-130.....	2	36	2	43	.	.	4	79
130-140.....	4	98	2	50	.	.	6	148
TOTAL.....	22	275	40	213	68	32	130	520
								47 %

Dans nos forêts vierges, les placettes doivent avoir au moins une surface de 0,25 ha.

Pour la deuxième étude, H. BADOUX et H. BURGER conseillent, pour la futaie jardinée, des placettes de 2 ha, et, pour la futaie régulière, 0,5 ha. Nous avons suivi ces recommandations, et les faits ont montré que les surfaces proposées étaient suffisantes.

**

L'une d'elles (n° 1) a 5.000 m² de surface, l'autre (n° 3), 2.500 m². La première a été étudiée avec le maximum de détails possible. Elle fait partie de la parcelle 176, est rectangulaire et se trouve sur dolomie recouverte par un sol atteignant 50-60 cm. de profondeur. La profil a été décrit p. 14, pl. II, fig. 1.

- (1) Nombre de tiges à l'hectare.
(2) Volume en mètres cubes à l'hectare.

NOMBRE DE TIGES

PLACETTE 1
(Parcelle 176)

HAUTEUR en m.	SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL
5-10.....	20	64	76	160
10-15.....	12	30	60	102
15-20.....	12	16	22	50
20-25.....	10	12	24	46
25-30.....	12	14	14	40
30-35.....	8	26	2	36
35-40.....	32	16	.	48
40-45.....	2	.	.	2
45-50.....	6	4	.	10
50-57.....	2	4	.	6
TOTAL.....	116	186	198	500

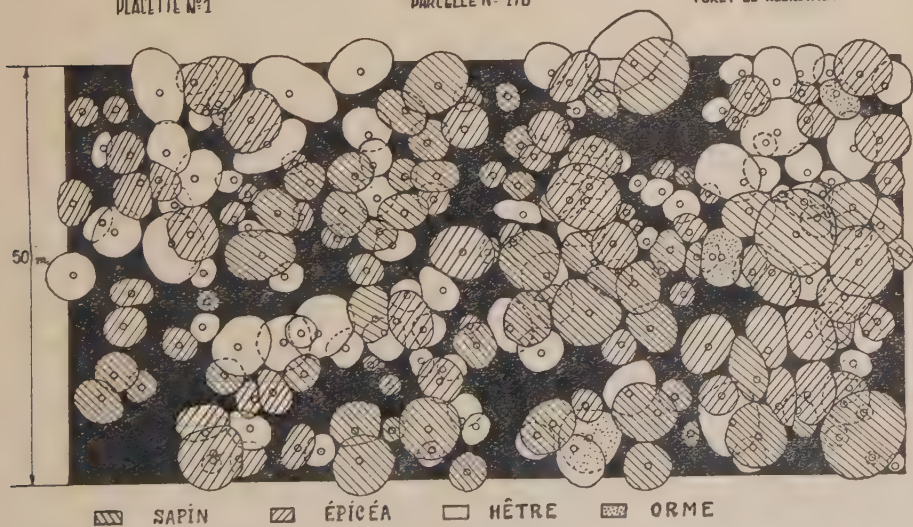
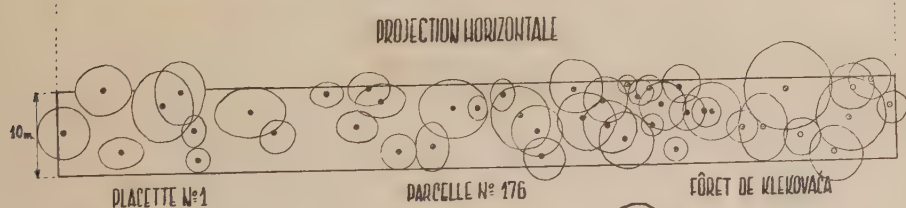
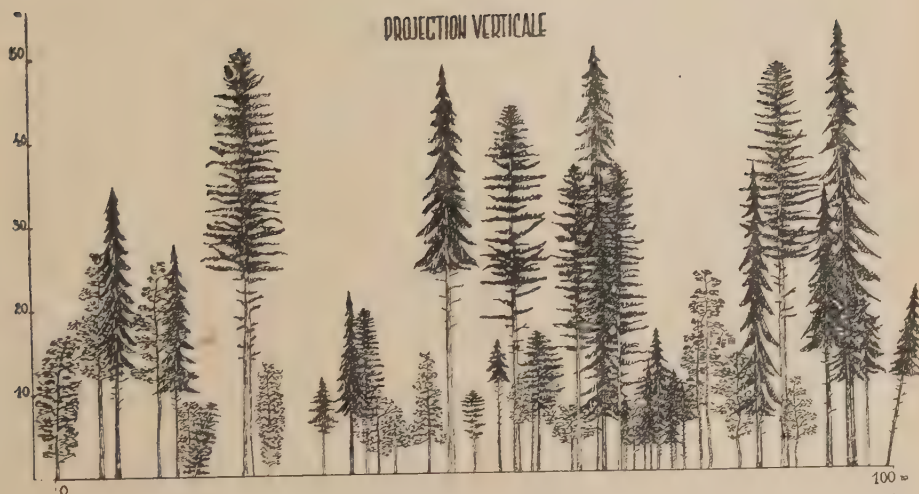
La placette fut délimitée à l'aide d'un prisme, et chaque arbre a été numéroté. Puis, les diamètres moyens furent établis au compas, à 1 m. 30 du sol et à 0,5 cm. près, en prenant pour chaque arbre le diamètre le plus grand et le plus petit. Les hauteurs ont été mesurées à l'aide de l'hypsomètre de FAUSTMANN, à 1 m. près. De même on mesura les hauteurs jusqu'à la première branche vivante et à la première branche morte (c'est-à-dire jusqu'au premier nœud). Nous avons aussi mesuré les projections des cimes de chaque arbre en prenant la moyenne des quatre rayons. En même temps, nous dressions un plan dans lequel était marqué chaque arbre à partir de 10 cm. de diamètre avec la projection de sa cime. La projection verticale (p. 59) a été faite d'après les mesures mentionnées; elle représente une bande de 10 m. de largeur et de 100 m. de longueur, située au milieu de la placette.

Après la coupe faite en 1939, chaque arbre abattu a été mesuré de la même manière que celle employée pour les arbres modèles (page 48). L'âge de ces arbres a été déterminé sur les souches, d'après les accroissements annuels.

Les tarifs de cubage pour chaque essence sont pris sur les arbres modèles abattus dans la placette et en dehors d'elle, parce que le nombre d'arbres abattus sur la placette même était insuffisant pour faire un tarif de cubage. Les cubages ayant été pris sans écorce, souche ou pointes sont majorés de 15 % pour le Sapin, de 13 % pour l'Épicéa. Le Hêtre, n'étant pas écorcé, donne le cubage direct. Sur notre placette, le pourcentage d'écorce a été, pour le Sapin, de 14 % et pour l'Épicéa de 11 %.

Passons maintenant à l'étude des données de ces mesures représentées par les graphiques, courbes, tableaux et plans ci-joints. Toutes les données sont réduites à l'hectare.

La forêt, d'après les données de la placette, possède 1.105 m³/ha. Ce cubage élevé est dû surtout au grand nombre d'arbres très gros, à cubage élevé.



En examinant les graphiques du cubage et du nombre de tiges en relation avec le diamètre et la hauteur, on voit que la surface de la placette, pour une étude pareille, n'est pas assez grande, en raison des arbres qui dépassent 50 m. de hauteur. D'ailleurs, ces rapports ont déjà été étudiés sur de grandes surfaces. Par contre, la surface de la placette est suffisante pour les études du développement des arbres, de l'élagage naturel, de la projection des cimes et de la structure détaillée de la forêt.

En considérant la projection horizontale de la placette, on voit des vides assez grands, mais ceux-ci ont encore une régénération d'arbres ayant un diamètre inférieur à 10 cm. Ces régénérations se font souvent par groupes. Les vides au milieu de la placette sont causés par la chute de grands arbres dont on voit encore, çà et là, des restes décomposés, aujourd'hui peuplés de semis d'Epicéa et de Sapin (Pl. V). Il est curieux aussi de noter que sous les plus grands individus il y a des groupes d'arbres assez denses (voir tableau). Ce peuplement est possible du fait que l'élagage naturel laisse suffisamment de place et que la hauteur de flèche permet l'accès de la lumière.

En examinant les courbes de projections de cimes (voir p. 55) on observe que, chez le Sapin, la projection de la cime s'accroît très régulièrement avec le diamètre, alors que, chez l'Epicéa, la projection est moins grande mais augmente plus rapidement, lorsque les diamètres sont gros. Chez le Hêtre, c'est le contraire; après avoir atteint un diamètre de 35 cm., la projection de la cime ne s'accroît plus que très peu. Il faut retenir que le Hêtre est ici toujours subordonné, dépassé et dominé, par les Conifères, ce qui ressort aussi de l'examen des hauteurs (p. 55).

Dans cette forêt le Hêtre et les Conifères ne s'élagent pas très bien. Il est curieux de remarquer que, pour les Conifères, l'accroissement en hauteur, ainsi que l'élagage, changent (p. 55) vers le diamètre 35-50 cm. Serait-ce parce qu'ils auraient atteint la hauteur moyenne du peuplement? En tous cas, c'est lorsque le diamètre de 35 cm. est atteint, qu'il y a une diminution brusque du nombre de tiges, donc une grande élimination d'arbres. La courbe faite en relation du nombre de tiges et des hauteurs (p. 55) montre que le nombre de tiges décroît jusqu'à la hauteur de 20 m., puis reste sensiblement le même jusqu'à 40 m. environ, pour décroître rapidement ultérieurement, avec une légère convexité de courbe à 50 m. de hauteur.

Le graphique (p. 55) montre la structure de la forêt d'après les nombres, hauteurs et diamètres des tiges.

On pourrait discerner trois strates arborescentes:

- 1° Celle des arbres dominés de 10 à 30 cm. de diamètre;
- 2° Celle des arbres de 30 à 90 cm. de diamètre. C'est la strate la plus importante et qui détermine l'aspect général de la forêt;

3° Celle des vieux géants qui dominent de beaucoup la strate moyenne. Leur hauteur dépasse 45 m. et souvent même 50 m. Dès que ces grands arbres ont dépassé la hauteur moyenne, recevant beaucoup de lumière, ils élargissent leur cime, qui finit par dominer celle des autres. Dans de bonnes conditions, telles que celles qui existent sur la placette, il y a une dizaine d'individus par hectare.

Un ordre semblable est observé dans les forêts tropicales, mais les strates y sont formées par des essences différentes, alors que chez nous, on retrouve les mêmes arbres dans tous les étages. A. AUBREVILLE (1932) dit: « On aperçoit une masse épaisse s'élevant à 20-30 m. au-dessus du sol, dominée de place en place par des frondaisons puissantes isolées de quelques géants ».

Les hauteurs de ces arbres de la troisième strate sont très grandes, et les individus ont un cubage important. Nous donnons ici un tableau des arbres ayant environ 50 m. de hauteur, qui ont été abattus sur notre placette.

Grands arbres abattus dans la placette 1 (Parcelle 176)

Sapin

Diamètre à 1 m. 30	140	134	100
Volume avec écorce	27.22	22.00	16.59
Volume sans écorce	23.58	19.20	14.15
% de l'écorce	14	13	15
Hauteur totale	55.50	49.60	51.50
Age.	380	411	

Epicéa

Diamètre à 1 m. 30	94	98	125	140
Volume avec écorce	10.38	11.31	21.46	24.78
Volume sans écorce	9.20	9.53	19.61	21.19
% de l'écorce	10	15	8	14
Hauteur totale	51.50	49.60	57.60	54.60
Age.		295	391	400

L'âge mesuré d'après les couches d'accroissement annuelles sur les souches, donne une courbe ou plutôt une droite se superposant exactement avec celle des arbres modèles que nous avons étudiés.

La composition floristique de cette placette est notée dans le relevé n° 27, puis 26 et 25 (voir pl. V, fig. 1 et 2).

La placette n° 5 est choisie au fond de la vallée, dans la parcelle 170.

La placette a une surface de 2.500 m²; elle est située dans une des parties les plus riches en matériel ligneux de toutes nos forêts. Le sol, sur dolomie, est très profond (plus d'un m.) et conserve une humidité favorable à la végétation pendant toute l'année.

FORÊT DE KLEKOVATCHA

PLACETTE D'ESSAI N° 3. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	228	23	68	7	40	1	336	31
20- 30.....	36	32	12	7	76	38	124	77
30- 40.....	20	31	4	6	52	62	76	99
40- 50.....	8	20	4	10	48	110	60	140
50- 60.....	.	.	4	14	48	182	52	196
60- 70.....	.	.	4	20	24	137	28	157
70- 80.....	4	30	.	.	4	30	8	60
80- 90.....	.	.	.	.	.	.	.	.
90-100.....	4	47	.	.	.	.	4	47
TOTAL.....	300	183	96	64	292	560	688	807

PLACETTE D'ESSAI N° 4. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	56	5	28	3	96	19	180	27
20- 30.....	36	32	20	12	20	10	76	54
20- 40.....	12	19	.	.	4	5	16	24
40- 50.....	4	10	12	29	4	9	20	48
50- 60.....	16	61	.	.	16	61	32	122
60- 70.....	36	194	8	40	.	.	44	234
70- 80.....	24	177	4	27	.	.	28	204
80- 90.....	12	117	4	35	.	.	16	152
90-100.....	4	47	4	44	.	.	8	91
100-110.....	.	.	.	.	.	.	.	.
110-120.....	4	66	.	.	.	.	4	66
TOTAL.....	204	728	80	190	140	104	424	1022

PLACETTE D'ESSAI N° 5. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	172	17	224	22	140	14	536	53
20- 30.....	48	43	76	46	32	16	156	105
30- 40.....	24	37	36	50	8	8	68	95
40- 50.....	16	40	12	29	8	18	36	87
50- 60.....	20	76	8	28	8	30	36	134
60- 70.....	16	86	.	.	.	.	16	86
70- 80.....	4	30	4	27	.	.	8	57
80- 90.....	16	156	4	35	.	.	20	191
90-100.....	8	94	.	.	.	.	8	94
100-110.....	16	238	4	58	.	.	20	296
110-120.....	4	66	.	.	.	.	4	66
TOTAL.....	344	883	368	295	196	86	908	1264

(1) Nombre de tiges à l'hectare de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

(2) Volume en mètres cubes de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

PLACETTE D'ESSAI N° 6. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	128	13	36	4	48	7	212	24
20- 30.....	88	53	12	6	32	16	132	75
30- 40.....	52	75	.	.	24	29	76	104
40- 50.....	24	62	4	9	20	49	48	120
50- 60.....	12	49	4	15	16	63	32	127
60- 70.....	8	45	.	.	8	49	16	94
70- 80.....	8	61	.	.	.	.	8	61
80- 90.....	4	41	12	120	4	44	20	205
90-100.....	4	53	4	52	.	.	8	105
100-110.....	.	.	.	.	.	.	.	.
110-120.....	4	84	4	85	.	.	8	169
120-130.....	.	.	.	.	.	.	.	.
TOTAL.....	332	536	76	291	152	257	560	1084

PLACETTE D'ESSAI N° 7. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		ÉRABLE ET ORME		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	.	.	16	2	104	15	.	.	120	17
20- 30.....	.	.	8	4	12	6	.	.	20	10
30- 40.....	.	.	4	5	4	5	8	10	16	20
40- 50.....	4	5	.	.	16	38	16	4	48	91
50- 60.....	.	.	.	.	20	78	20	8	109	48
60- 70.....	.	.	.	.	.	12	.	73	12	73
70- 80.....	.	.	.	.	4	35	.	.	4	35
80- 90.....	.	.	.	.	.	.	4	84	8	84
90-100.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
100-110.....	.	.	.	.	.	.	4	58	4	58
110-120.....	.	.	8	152	.	.	.	.	8	152
153.....	.	.	4	116	.	.	.	.	4	116
TOTAL.....	4	5	40	279	160	177	60	20	382	284

PLACETTE D'ESSAI N° 8. — (0,25 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE + ORME		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	92	9	32	32	108	15	232	56
20- 30.....	8	4	.	.	60+4	34	72	38
30- 40.....	4	4	4	5	32+4	43	44	52
40- 50.....	.	.	8	16	40	88	48	104
50- 60.....	12	41	.	.	16	56	28	97
60- 70.....	4	20	4	19	8	42	16	81
70- 80.....	20	14	8	54	.	.	28	68
80- 90.....	4	33	.	.	.	.	4	33
90-100.....	12	143	.	.	.	.	12	143
100-110.....	12	170	.	.	.	.	12	170
110-120.....	4	68	.	.	.	.	4	68
TOTAL.....	172	506	56	126	272	278	500	910

(1) Nombre de tiges à l'hectare de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

(2) Volume en mètres cubes de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

(3) Erable sycomore.

LIGNES DE TAXATION
Parcelles 150, 151, 152 (9,08 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	28	3	20	2	107	10	155	15
20- 30.....	21	9	15	8	45	18	81	35
30- 40.....	18	19	10	10	22	27	50	56
40- 50.....	14	29	8	17	14	31	36	77
50- 60.....	17	57	6	20	7	28	30	105
60- 70.....	15	66	5	26	2	13	22	105
70- 80.....	12	83	2	16	1	6	15	105
80- 90.....	10	91	2	20	.	.	12	111
90-100.....	7	84	2	20	.	.	9	104
100-110.....	3	34	.	.	.	.	3	34
110-120.....	1	20	.	.	.	.	1	20
TOTAL.....	146	493	70	139	198	133	414	767

LIGNES DE TAXATION
Parcelle 256 (2 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	42	4	9	1	74	10	125	15
20- 30.....	27	13	4	2	53	29	84	44
30- 40.....	15	21	4	5	22	26	41	52
40- 50.....	10	20	3	6	14	32	27	58
50- 60.....	15	52	4	11	8	28	27	91
60- 70.....	8	40	2	10	3	13	13	63
70- 80.....	14	123	3	24	.	.	17	147
80- 90.....	6	60	3	23	.	.	9	83
90-100.....	5	60	1	13	.	.	6	73
100-110.....	4	49	1	16	.	.	5	65
TOTAL.....	146	442	34	111	174	138	654	691

LIGNES DE TAXATION
Parcelle 257 (3,60 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....	25	2	9	1	41	6	75	9
20- 30.....	19	14	5	3	42	22	66	39
30- 40.....	12	21	6	7	31	36	49	64
40- 50.....	20	52	8	18	20	50	48	120
50- 60.....	25	103	4	14	4	14	33	131
60- 70.....	20	111	2	22	3	17	25	150
70- 80.....	8	66	2	15	1	8	11	84
80- 90.....	4	45	1	9	.	.	5	59
90-100.....	3	45	.	11	1	11	5	67
100-110.....	1	13	.	.	.	.	1	13
TOTAL.....	137	472	38	100	143	164	318	736

(1) Nombre de tiges à l'hectare de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

(2) Volume en mètres cubes de chaque essence à la classe de diamètre correspondante.

LIGNE DE TAXATION
Parcelle 15 (1,40 ha)

CLASSES DE DIAMÈTRE	CONIFÈRES		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 22.....	54	5	132	16	186	21
24- 34.....	21	10	112	55	133	65
36- 54.....	24	46	56	80	80	126
56- 80.....	72	320	2	7	74	327
82-100.....	14	114	1	9	15	123
TOTAL.....	185	495	303	167	488	662

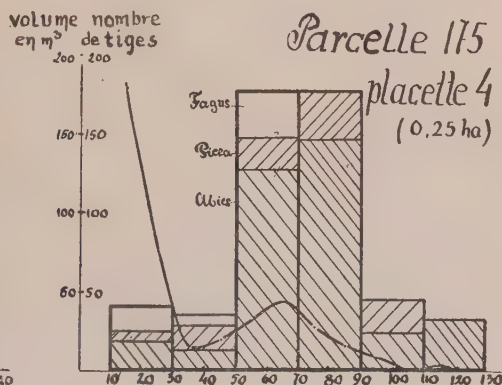
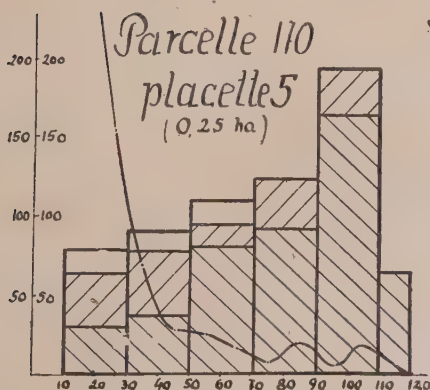
FORÊT DE KLEKOVATCHA (Osétchénitza)

Parcelle 462

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	%	
10- 22.....	116	12	50	5	113	12	279	29	6
24- 34.....	49	28	17	9	46	30	112	67	13
36- 54.....	39	66	12	21	40	81	91	168	32
56- 80.....	21	95	7	33	10	51	38	179	34
82-120.....	6	57	2	17	1	6	9	80	15
TOTAL.....	231	258	88	85	210	180	529	523	100

Parcelle 466

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	%	
10- 22.....	61	6	54	5	182	17	297	28	6
24- 34.....	22	13	17	9	41	27	80	49	11
36- 54.....	31	56	27	50	25	48	83	154	35
56- 80.....	13	58	16	70			29	128	29
82-112.....	8	73	2	14			10	87	19
TOTAL.....	135	206	116	148	248	92	499	446	100



Le couvert arborescent est presque complet car la régénération est très abondante, comme le montre bien le tableau p. 65.

Le nombre de tiges à l'hectare est très élevé, mais c'est surtout la classe entre 10 et 20 cm. de diamètre qui est la plus nombreuse (526). Il est curieux de constater que l'Epicéa domine numériquement dans la régénération, alors que, dans l'ensemble de la placette, son cubage n'atteint que 23 % (p. 62).

D'après le graphique, on voit qu'il y a un saut pour le gros bois entre 90-110 cm. de diamètre.

La placette n° 4, d'une surface de 2.500 m², se trouve dans la parcelle 175; elle est située sur la crête de Tisova-Kosa. Au milieu se trouve un petit entonnoir rocheux, car elle est sur terrain calcaire. (Voir tableau 1, relevé 59 et fig. p. 65).°

Quant au nombre de tiges, on voit que, dans la classe 10 à 20 cm. de diamètre, le Hêtre compte pour plus de la moitié et y forme le sous-étage arborescent. Pour l'ensemble, la classe de 60-70 cm. de diamètre est la plus nombreuse, et la courbe du nombre de tiges forme une cloche, c'est-à-dire prend l'aspect d'une courbe de futaie équienne. La classe de 30-50 cm. de diamètre n'est pas nombreuse. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la forêt étant située sur la crête et exposée aux vents violents, a subi des chablis; elle aurait donc une tendance à former des tâches (bouquets).

· *Autres cuvettes*

Nous allons maintenant étudier les autres parties du massif forestier, en partant des descriptions de celles de la cuvette de Stévilovitchéva qui précèdent. Nous soulignerons seulement les traits différentiels.

Cuvette de Verchina. — Au SW. et au-delà de la crête de Yavorova-Kosa, il y a une deuxième cuvette, appelée Verchina, moins grande que la précédente, mais située à une altitude plus élevée (1200 m.) et surtout assez protégée des vents du N. et plus ouverte aux vents du S.

Cette cuvette est plate, à bords peu élevés (100 m. au max.). Elle est à la limite méridionale des forêts que nous étudions, limite artificielle due à l'homme, mais qui exerce néanmoins une certaine influence sur les peuplements envisagés maintenant. Cette cuvette est entièrement située sur terrain dolomitique, mais la terre y est bien moins profonde que dans la cuvette de Stévilovitcha. Elle n'atteint que 30 cm. de profondeur et recouvre une roche qui se désagrège facilement en formant un sable presque blanc, presque impénétrable aux racines des arbres. Par suite, les arbres ont un enracinement peu profond et sont sujets à de graves chablis. Leur hauteur est légèrement inférieure à celle des parcelles précédentes (voir graphique p. 49 pour la parcelle 152). Le cubage en est

diminué. La cuvette est très uniforme, tant au point de vue structure de la forêt que botanique.

Pour l'illustration des forêts de cette cuvette, nous donnons les graphiques de comptage et de cubage effectués par bandes de 20 m. de forêts. Pour cette opération, nous avons pris des bandes équidistantes (30 cm.) de 20 m. de largeur, perpendiculaires à la plus grande pente. Tous les arbres, à partir de 10 cm. de diamètre, ont été comptés et cubés (p. 49).

Le graphique se rapporte aux trois parcelles 150, 151 et 152, parce que celles-ci sont identiques, à part une tache de forêt équienne dans la parcelle 150 (voir tabl. 1, relevé n° de 20 à 24).

En comparant les graphiques des cuvettes de Stévilocitchéna et Verchina, nous voyons qu'il y a, en somme, très peu de différences, que la courbe du nombre de tiges est semblable. Le graphique de Verchina se rapproche surtout de celui de la parcelle 175 (ou 173) de Stévilovitcha, c'est-à-dire d'une parcelle située sur le versant S.

La classe de diamètre de 80 à 100 cm. est la plus riche en matériel ligneux, car le Sapin, entre 80 et 90 cm. de diamètre, est à son point maximum et qu'il est l'essence la plus nombreuse.

Le Hêtre et l'Epicéa se comportent comme dans la parcelle 175. La proportion de l'Epicéa est la plus faible.

Il n'y a pas de très gros arbres, comme dans la forêt de Stévilovitcha. Aucun individu n'atteint 50 m. de hauteur.

Cuvette de Strouganitsa. — Cette cuvette, que nous allons voir maintenant, forme un contraste saisissant avec la cuvette de Verchina. Cette vallée se trouve au NE. de la crête de Klekovatcha. Elle forme une profonde cuvette, située entièrement sur terrain karstique (calcaire à Rudistes), à pente assez raide. Sa longueur est de 6 kms environ et la largeur de 1 à 2,5; les crêtes environnantes ont 1200 m. d'altitude, tandis que le fond est à 880 m.

Il y a d'autres cuvettes semblables, même beaucoup plus grandes (par exemple celle dite Klekovatcha-Uvala, qui s'étend sur plusieurs milliers d'hectares), mais aucune n'atteint une aussi grande profondeur, ce qui lui donne son intérêt, en raison du climat local particulier qui y règne.

Cette cuvette est très humide, et le contraste entre les versants est plus accentué à cause de la raideur des pentes.

La végétation y est riche; dans les fonds de la vallée elle est même exubérante (voir tabl. III, rel. 17), bien que sur les flancs la roche-mère affleure parfois sur 50 % de la surface.

Les parcelles 257 et 272 sont sur le versant N., tandis que les parcelles 256 et 271 sur le versant opposé (tabl. 1, rel. 32, 34).

Dans l'ensemble de la cuvette, il y a davantage de Hêtre et moins d'Epicéa. L'examen des versants montre que sur les flancs S. il y a plus de Hêtre (comme dans la cuvette de Stévilovitcha et sur les versants N. un peu plus d'Epicéa. En tout cas, le pourcentage du Sapin est le plus élevé: 64 % sur les deux versants) [p. 44].

Sur le versant S. il y a plus de régénération que sur les flancs N.

Sur le versant N. de la parcelle 257, à mi-côte où la pente est le plus raide, nous avons reconnu une tache d'une dizaine d'hectares de forêt d'aspect équien. Au fond de la vallée, il y a des entonnoirs dont l'un, assez clairié, a une végétation exubérante (voir tabl. 3, rel. 17). Nous y avons aussi mesuré le plus grand Epicéa que nous ayons rencontré; après l'abattage il mesurait 64 mètres de longueur, 128 cm. de diamètre à 1 m. 30 et 80 cm. de hauteur de la souche. Sa hauteur totale était donc de 64 m. 80. Voici un autre exemplaire abattu dans la même parcelle:

																		TOTAL
(1)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		60 m.
(2)	130	121	120	104	101	97	91	78	71	61	53	44	31	20	14	7		
(3)	5.31	4.60	4.52	3.40	3.20	2.96	2.60	1.91	1.58	1.17	0.88	0.61	0.30	0.13	0.02	0.01		33.20

Un troisième Epicéa, abattu dans la parcelle 271, avait un diamètre de 128 cm., hauteur 60 m. 40 et volume (sans écorce) de 22 m³ 76.

Les Sapins aussi, au fond de cette cuvette, peuvent atteindre de grandes dimensions. Un des plus grands mesurait 176 cm. de diamètre, 36 m³ 08 sans écorce et 54 m. de hauteur; il était fourchu. Les Hêtres atteignent exceptionnellement 40 m. de hauteur.

Examinons maintenant le volume et les hauteurs des arbres abattus dans les coupes (p. 49). Les courbes sont très démonstratives. Prenons, par exemple, celles des hauteurs et des volumes pour le Sapin et l'Epicéa; on voit nettement, dans les parcelles 257 et 272, que sur le versant N. les hauteurs et les volumes sont plus grands que sur le versant S. La même remarque vaut pour le Hêtre, ce qui est bien mis en évidence dans le graphique de la parcelle 272. Le phénomène est sans aucun doute dû au climat local.

Nous avons proposé que les parcelles 283 et 284 ayant ensemble une surface de 80 ha, situées dans la partie NW. de la cuvette de Strouganitsa, soient protégées et proclamées Parc National, de façon à préserver de toute exploitation une partie typique des forêts vierges de notre pays.

L'administration forestière a approuvé ce choix, mais la loi n'a pas encore été promulguée.

Dans cette réserve, nous avons délimité trois placettes de 0 ha 25, l'une sur le versant N., l'autre sur le versant S. et la troisième au fond (p. 63, placettes n^{os} 6, 7 et 8).

(1) Longueur du tronçon.

(2) Diamètre moyen du tronçon.

(3) Volume du tronçon sans écorce.

Sur le versant N. et au fond de la cuvette, il y a plus d'individus appartenant aux classes de diamètre de 16-40 cm. de résineux que sur les versants S. Au contraire, les individus gros (diamètre supérieur à 90 cm.) sont plus nombreux sur les versants S. ou au fond que sur les versants Nord.

A Stévilovitchéva (parcelles 175-179) on observe la même distribution des diamètres.

D'une manière générale, le N. de la forêt est plus dense, le couvert plus fermé.

Cuvettes de l'Osetchenitsa et d'Ovtchara. — Examinons maintenant quelques peuplements aux extrémités du massif de Klekovatcha. Le premier exemple sera pris dans la première cuvette située à l'W. du massif, au pied du Mont Osetchenitsa (1795 m.); elle mesure 3-4 kms de diamètre et est assez profonde par ses crêtes culminant en moyenne à 1500 m., le fond n'étant qu'à 1200 m. La forêt de cette dépression fait transition avec celle de l'état supérieur. Elle est assez rocheuse (p. 44, 65 et talb. 1, rel. 1 et 3).

Nous joignons un graphique établi d'après la parcelle 462, où l'on voit que le Hêtre et l'Epicéa jouent un rôle très important.

Plus haut, cette forêt passe à une hêtraie subalpine pure (voir p. 75 et relevé phytosociologique, tabl. 2, rel. 10, 11, 13).

Le deuxième exemple est le plateau de 4-5 kms de largeur, situé à l'extrémité opposée du massif de Klékovatcha, au pied de la montagne Ovtchara. Les forêts sont à peu près identiques à celle de la cuvette de Verchina.

Le tableau p. 65 indiquant les cubages faits par bandes de comptage montre que la quantité de matériel ligneux est plus faible que dans celle de Verchina.

B) *Massif du Guermetch*

Ce massif s'étend sur une surface de 60.160 ha, dont la grande partie est formée, comme celui du Klekovatcha, par la forêt mixte déjà décrite, mais sur la bordure NE., le Hêtre règne à l'état pur, tandis que sur la frontière SW. il y a une forêt d'Epicéa pure.

Cette forêt d'Epicéa a été décrite précédemment (p. 40).

Dans ce massif forestier du Guermetch, l'Administration forestière royale a délimité 12 placettes d'essai dans différentes parties, afin de déterminer l'accroissement et la production du bois.

Ces placettes ont été choisies dans des parties de forêts déjà exploitées, grevées d'usage, ainsi que dans les forêts naturelles. Pour notre étude, les dernières seules sont intéressantes.

Chaque placette est une surface rectangulaire de 2 hectares, délimitée au théodolite.

On a procédé ensuite au martelage d'une coupe jardinatoire. Les arbres abattus furent exactement mesurés et les autres numérotés et mesurés en hauteur et diamètre (graphique p. 71).

Le tarif de cubage appliqué, pour calculer le produit de la coupe, a été établi d'après les arbres abattus, tandis que les arbres restant sur pied ont été cubés d'une autre manière. On a abattu et mesuré à proximité de la placette des arbres correspondant à ceux qui étaient laissés en place. Partant de ces données, on a estimé le cubage des arbres restant dans la placette.

Nous donnons les courbes qui ont été dressées en leur temps par l'administration forestière.

Comme on voit, il y a une certaine différence entre les deux tarifs. Celle-ci dépend de l'intensité de la coupe jardinatoire. Plus celle-ci est forte, moins la différence est grande.

Placette 6: intensité de la coupe, 38 %; les hauteurs des coupes sont supérieures aux hauteurs des arbres qui restent.

Placette 8: intensité de coupe, 27 %; les arbres de la coupe et ceux qui restent ont des hauteurs à peu près semblables.

Placette 9: intensité de la coupe, 18 %; les arbres de la coupe sont inférieurs à ceux qui restent.

La placette 6 est située dans une vallée rappelant celle de Stévilovitcha (voir tabl. 1, rel. 4, 6, 9). La courbe du nombre des tiges et le graphique des volumes ressemblent à celui de la parcelle 173.

Le Sapin atteint 60 % du volume, le Hêtre n'a que 12 %, comme c'est le cas pour le fond et le versant N. de la cuvette de Stévilovitcha; l'Epicéa est représenté moyennement.

La forêt de la placette 9 est identique ou à peu près à celle des parcelles du versant N. de la cuvette de Stévilovitcha; son exposition est d'ailleurs la même (voir relevé 6). Il y a une diminution du Hêtre et une certaine augmentation de l'Epicéa (38 % du volume total). [Comparer les graphiques avec ceux des parcelles 165, 167, 168].

La placette 8 est choisie sur le versant Sud; le Hêtre y est plus abondant (31 % de volume); l'Epicéa ne représentant que 11 %, le Sapin 58%. Nous pouvons la comparer à la parcelle 175 ou 178, située également sur le versant S., dans la cuvette de Stévilovitcha.

La courbe du nombre de tiges montre une hausse pour le Hêtre des classes de diamètre de 40 à 60 cm.

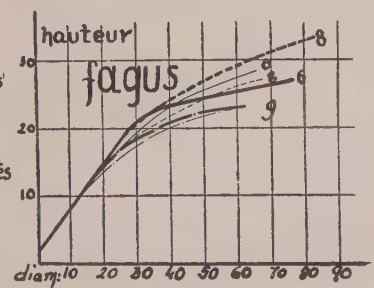
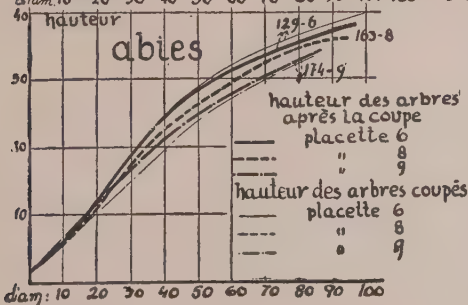
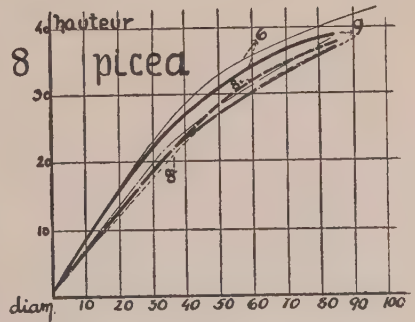
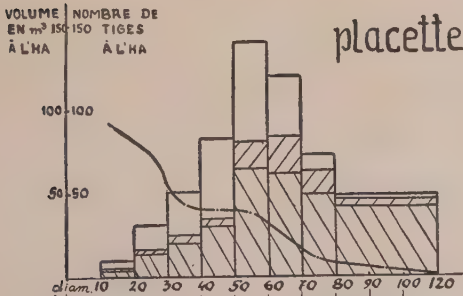
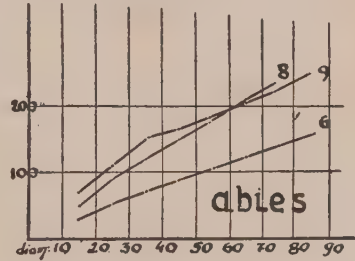
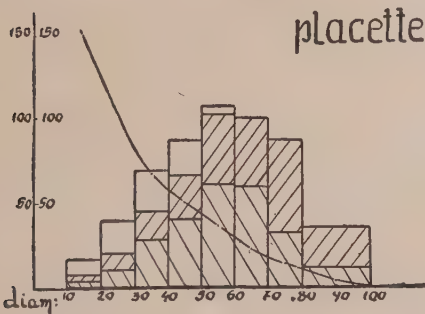
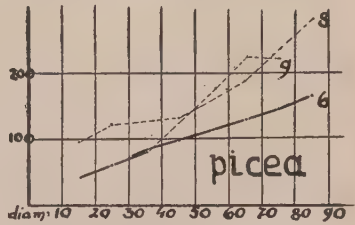
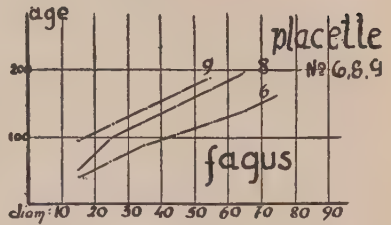
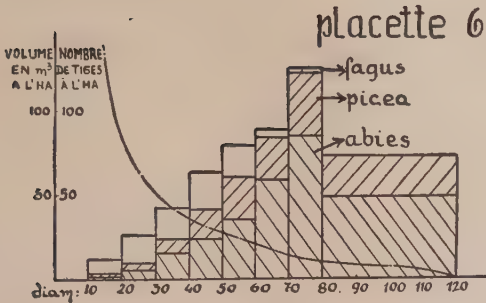
Nous donnons pour les trois placettes du Guermetch un graphique de l'âge des différentes essences.

Pour l'Epicéa, des placettes 8 et 9, les données ont été insuffisantes.

Il faut remarquer qu'en comptant les couches annuelles on fait abstraction du cœur où les couches sont ordinairement très minces et où le comptage est fait comme si l'arbre avait cru dégagé.

Pour cette raison, le temps de passage ne peut être évalué qu'à partir du diamètre de 25 cm.

Forêt de Guermetch



FORÊT DE GUERMETCH

PLACETTE D'ESSAI N° 6
(2 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL		%
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
10- 20.....	59	5	29	3	180	16	268	24	1.7
21- 30.....	28	13	18	8	80	34	126	55	3.7
31- 40.....	31	32	17	19	36	37	84	88	6
41- 50.....	23	48	18	36	22	43	63	127	8.7
51- 60.....	22	73	15	50	13	37	50	160	10.8
61- 70.....	24	119	11	52	2	9	37	180	12.2
71- 80.....	25	173	11	74	1	5	37	252	17.3
81.....	32	405	18	185			50	590	40
TOTAL.....	244	868	137	427	334	181	715	1476	100
%		59		29		12		100	

PLACETTE D'ESSAI N° 8
(2 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL		%
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
10- 20.....	76	8	33	3	70	9	179	20	1.6
21- 30.....	74	28	17	6	62	28	153	62	1.4
31- 40.....	38	39	12	10	48	53	98	102	7.9
41- 50.....	30	60	5	9	45	96	80	165	12.8
51- 60.....	40	131	6	18	36	120	82	269	20.8
61- 70.....	26	124	9	43	14	72	49	239	18.5
71- 80.....	15	98	4	28	3	20	22	146	11.3
81.....	24	255	2	24	1	9	27	288	22.3
TOTAL.....	323	743	88	141	279	407	690	1291	100
%		58		11		31		100	

PLACETTE D'ESSAI N° 9
(2 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL		%
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
10- 20.....	77	9	87	9	138	16	302	34	2.9
21- 30.....	80	23	65	19	102	39	247	81	6.9
31- 40.....	55	54	40	41	42	37	137	132	11.4
41- 50.....	46	82	31	53	27	41	104	176	14.9
51- 60.....	11	125	30	83	3	10	44	218	18
61- 70.....	26	123	20	82			46	205	17
71- 80.....	18	114	12	68			30	182	15.4
81.....	6	52	12	97			18	149	12.6
TOTAL.....	319	582	297	452	312	143	928	1177	100
%		49		38		13		100	

(1) Nombre de tiges à l'hectare de chaque essence et la classe de diamètre correspondante.

(2) Volume en mètres cubes de chaque essence et la classe de diamètre correspondante.

Dans les placettes 6 et 9, le temps de passage du Sapin et de l'Epicéa (placette 6) d'une classe de diamètre à l'autre pour les diamètres de 35 à 85 cm. est de 20 ans environ (donc de 10 ans pour les catégories de 5 en 5 cm.). Le temps de passage des Sapins de la placette 8 est de 30 ans.

Pour le Hêtre des placettes 8 et 9, le temps de passage pour les classes de 25 à 75 est de 24 ans, et, pour la placette 6, de 17 ans.

En comparant ces résultats avec les données que nous avons établies d'après un nombre d'arbres bien supérieur dans les vallées de Stévilovitcha et Strouganitsa, nous constatons que la différence n'est pas grande: 22 ans dans la cuvette de Stévilovitcha et 20 ans dans celle du Guermetch.

*
**

Les forêts de l'ensemble de notre massif du Klekovatcha-Guermetch, que nous venons d'étudier du point de vue forestier, forment un seul étage climatique (au sens d'EMBERGER) et correspondent à l'association décrite dans le tableau 1.

LES BAS-FONDS

Dans les bas-fonds-entonnoirs karstiques des grandes cuvettes-vallées, dont nous venons de décrire les forêts vierges, il y a une végétation herbacée exubérante et un couvert arborescent réduit, et même, parfois, absent.

De toutes façons, la germination des arbres est très gênée du fait de l'amas considérable de matières mortes non décomposées. A cet obstacle matériel s'ajoute encore la menace d'infection pathologique plus grande que partout ailleurs. Le Sapin, dans ces stations, se régénère donc très rarement et l'Epicéa seulement sur les troncs pourris (tabl. 3).

On distingue dans la végétation de ces bas-fonds trois groupements floristiques différents:

1° La sous-association à *Fougères* de la forêt vierge décrite (Tableau III, relevés 64, 2, 69). Elle occupe les bas-fonds des altitudes supérieures (1200-1500 m.). Ces fonds sont particulièrement froids: la neige y séjourne jusqu'à mi-juin. Le facies à *Fougères* décrit dans le chapitre précédent (tabl. 1, rel. 68, 59, 32) y atteint sa plénitude, comme l'indiquent les coefficients phytosociologiques.

On pourrait la désigner sous le nom de *Fageto-Abietetum croaticum dryopteridetosum*.

2° L'association appelée *Acereto-Fagetum*, par BARTSCH (Tableau 3), occupe des bas-fonds à des altitudes moins grandes (900-1000 m.). C'est une association avec feuillus en peuplements clairs (Orme, Erable, Hêtre) et quelques Epicéas. Le climat de ces bas-fonds est moins sévère (tabl. 3, rel. 17 et 33).

D'après son aspect physionomique, la végétation de ces bas-fonds rappelle celle décrite par BARTSCH, dans la Forêt Noire.

Les différences ne portent que sur les espèces ayant une répartition géographique restreinte.

Les espèces suivantes, signalées dans nos relevés, manquent aux listes de BARTSCH et sont absentes dans la Forêt Noire.

Doronicum austriacum.

Cirsium canum.

Telekia speciosa.

Veratrum album.

Geranium phaeum.

Peucedanum austriacum.

Un de ces entonnoirs est situé dans la placette 7, parcelle 283.

Le graphique du peuplement forestier est très démonstratif (voir p. 54, 63). Dans les classes d'âge de 10 à 50 cm. figurent quelques Conifères (principalement des Epicéas); les feuillus culminent dans les classes de diamètre de 50 à 70 cm., l'Orme y domine. Les gros arbres (110-150 cm.) sont représentés par quelques Epicéas géants atteignant 57 m. de hauteur. Cette composition forestière montre que l'Epicéa, une fois installé, malgré les difficultés qui lui ont été opposées, se développe très bien dans le sol profond, meuble et riche de ces entonnoirs.

3° Association à *Telekia speciosa* (relevé 17a du tableau 3, planche 4). Ce groupement, constitué par des plantes élevées, occupe des clairières très fraîches et des bas-fonds.

Dans la plupart des cas ses constituants principaux font partie de l'association à *Adenostyles*. *Telekia speciosa* est un hémicryptophyte de 1 m. 50 de hauteur, couvrant densément le sol. Il fleurit au début de juillet et disparaît déjà vers la fin du même mois. Nous sommes enclin à penser que cette association est transitoire, car elle disparaît dans les parties paraissant récemment reprises par la forêt.

En dehors des espèces énumérées dans notre tableau 3, nous avons observé, une fois, dans nos relevés, les espèces accidentelles suivantes:

Dryopteris Phegopteris (2) — *Dryopteris Linnaeana* (2) — *Polypodium vulgare* (2) — *Asplenium viride* (2) — *Luzula luzulina* (69) — *Polygonatum verticillatum* (17) — *Polygonatum multiflorum* (69) — *Lilium Martagon* (17a) — *Melandrium rubrum* (33) — *Ranunculus lanuginosus* 1.1 (17) — *Cardamine trifolia* 2.3 (2) — *Cardamine enneaphyllus* (17a) — *Rubus idaeus* 2.2 (64) — *Geum urbanum* (17a) — *Epilobium montanum* (17a) — *Evonymus verrucosa* (2) — *Viola biflora* 1.2 (2) — *Chaerophyllum silvaticum* 1.2 (17) — *Sanicula europaea* (69) — *Glechoma hirsuta* (69) — *Veronica urticaefolia* 1.2 (2) — *Adoxa Moschotellina* 1.2 (2) — *Sambucus racemosa* (33) — *Asperula Odorata* 2.2 (64) — *Ctenidium molluscum* (64) — *Dicranum scoparium* (2) — *Fegatella conica* (2).

II. — ETAGES DES HÊTRAIES

Il y a deux étages de hêtraies.

Etage de la hêtraie montagnarde

La hêtraie, qu'on peut appeler inférieure ou montagnarde, est représentée par quatre relevés dans le tableau 2. Elle appartient à l'association décrite par I. HORVAT, sous le nom de *Fagetum silvaticae croaticum australe Abietosum*. Les différences ne portent que sur quelques espèces d'importance secondaire. (Voir p. 39).

Sur le versant NE. frais du massif du Klekovatcha-Guermetch la ligne de séparation entre l'étage inférieur du Hêtre pur et de la forêt mixte est très nette. Elle est à 900 m. et descend jusqu'à 600-700 m. Vers 800 m., le Hêtre forme une forêt pure, bien développée. (Voir tableau 2, relevé 74). Ce relevé est très caractéristique pour la forêt vierge climatique du Hêtre.

Nous ajoutons à ces relevés concernant ces forêts vierges, un autre (75) représentant une forêt de Hêtre après une coupe (1893), au cours de laquelle on a enlevé les Conifères (parcelle 222).

On remarque que cette forêt ne diffère pas beaucoup de la Hêtraie pure vierge.

Le relevé 30 est pris au milieu de la placette (3) (parcelle 176) de la cuvette de Stévilovitcha. Elle représente une forêt de Hêtre sur le versant Sud de la crête Tisova-Kosa. Il est curieux que ce versant soit occupé par le Hêtre, tandis que sur la crête même il y a un peuplement mixte avec de très grands et vieux Sapins et surtout d'Epicéa relevé 59 du tableau 1, pris au milieu de la placette 5).

Cette forêt de Hêtre s'étend à travers les parcelles 177, 176, 175. (Voir graphique, p. 54, tabl. p. 62 et planche phot. V, fig. 3 et 4).

Dans la parcelle 176, la strate arborescente inférieure est occupée par un peuplement de Conifères absolument pur (voir placette 3, p. 62), qui s'est reconstitué probablement après un chablis. Cela donne à penser que, peut-être, le Hêtre, sur ce versant, n'est qu'un peuplement transitoire, qui s'est installé après un coup de vent. Le fait que dans cette forêt il y a un horizon de résineux (voir graphique et photo de la placette) paraît en faveur de cette interprétation.

Etage de la hêtraie subalpine

La *hêtraie subalpine* est représentée par les sept autres relevés du tableau n° 2. Cette forêt occupe l'étage climatique supérieur de la végétation forestière du massif, entre 1400 et 1700 m., suivant les expositions.

L'existence de l'emplacement de cette hêtraie a beaucoup intéressé les botanistes, car elle occupe la place qui, dans les Alpes, revient à l'Epicéa.

Z. MILETICH dit que les parties supérieures du Karst sont sous l'influence climatique de l'Adriatique, ce qui expliquerait l'apparition du Hêtre. Cette opinion est conforme à celle de BROKMANN-JEROSCH qui a montré que, dans les Alpes, l'existence des feuillus est liée au climat océanique, les résineux au climat continental.

Dans les régions océaniques, la limite supérieure des forêts est généralement représentée par des feuillus, alors que dans celles soumises au climat continental elle l'est par des résineux.

D'autre part, MILETICH insiste sur le fait que le Hêtre, à cette altitude, se comporte comme une essence de lumière; c'est pourquoi ces forêts sont claires, et les arbres ont des dimensions plus ou moins constantes. K. MAUWE estime que le Hêtre, lorsqu'il est à la limite de son aire, cherche les stations où l'insolation est la plus forte.

Nous avons nous-mêmes repris le problème, sans d'ailleurs arriver à une conclusion satisfaisante.

Le climat de l'étage de la Hêtraie subalpine est caractérisé:

1° Par des précipitations très élevées, comme le prouvent nos observations personnelles et la végétation exubérante, pendant toute la période de végétation;

2° Par l'état hygrométrique élevé, indiqué par le grand nombre de lichens sur les troncs. Il est dû surtout aux brouillards pendant que soufflent les vents du Nord;

3° Par une période de végétation courte.

Malheureusement, les données sur les températures nous manquent, de sorte qu'il n'est pas possible d'apprécier dans quelle mesure ce facteur intervient pour expliquer l'existence de ces Hêtraies pures au-dessus de la forêt mixte vierge. Il est probable qu'elle est conforme à la loi de BROCKMANN-JEROSCH.

Au point de vue floristique, nos relevés montrent que nous sommes en présence de l'association de la Hêtraie subalpine, décrite par I. HORVAT, mais avec davantage d'éléments subalpins.

Le fait le plus frappant est *Prenanthes purpurea*, formant un couvert complet (vers 1600-1700 m.). Entre les rochers, et abrités par eux, de la limite supérieure de la hêtraie on peut voir, çà et là, des Epicéas et des Sapins à cime étriquée ou rabougriée. Nous croyons que ces résineux sont éliminés des hêtraies par les difficultés que rencontre leur germination dans la couverture herbacée très dense. Il y a là une certaine analogie avec la végétation des entonnoirs (voir p. 73).

En dehors des espèces énumérées dans notre tableau 2, nous avons observé dans nos relevés, deux fois, les espèces accidentelles suivantes:

Cystopteris fragilis (50) — *Scolopendrium vulgare* 1.3 (41) — *Athyrium Filix-femina* (95) — *Asplenium trichomanes* (50) — *Asplenium viride* (95) — *Polypodium vulgare* (95) — *Dryopteris*

Linnaeana (10) — *Taxus baccata* (30) — *Milium effusum* 1.2 (11) — *Dactylis glomerata* (50) — *Poa* sp. 1.2 (30) — *Poa nemoralis* (50) — *Veratrum album* (11, 13) — *Scilla bifolia* (30) — *Listera cordata* (10) — *Goodyera repens* (95) — *Neottia Nidus-avis* (74). — *Cephalanthera alba* (41) — *Platanthera bifolia* (30) — *Orchis maculata* (10) — *Lilium carniolicum* — *Lilium Martagon* (13) — *Convallaria majalis* (11) — *Mayanthemum bifolium* (30, 10) — *Polygonatum multiflorum* 1.1 (11) — *Urtica dioica* (72) — *Silene inflata* (50) — *Cardamine flexuosa* (50) — *Ranunculus platanifolius* (74) — *Aquilegia dinarica* (11) — *Geum urbanum* (72) — *Geranium silvaticum* 1.2 (71) — *Daphne Laureola* 1.1 (30) — *Malva moschata* (11, 72) — *Circaea alpina* 1.2 (41) — *Galium silvaticum* 1.2 ((71) — *Athamantha Haynaldi* (50) — *Eryngium alpinum* (50) — *Angelica silvestris* 1.2 (41, 72) — *Laserpitium latifolium* (13) — *Peucedanum austriacum* 1.1 (11) — *Hedera Helix* 1.2 (74) — *Gentiana asclepiadea* 1.1 (50, 11) — *Pulmonaria obscura* (10) — *Melittis melissophyllum* (30) — *Lamium maculatum* (72) — *Glechoma hirsuta* (75) — *Tozzia alpina* (50) — *Veronica Chamaedrys* 1.3 (70) — *Adoxa moschatellina* (50) — *Sambucus racemosa* (41, 50) — *Lonicera Xylosteum* (74) — *Valeriana montana* (50) — *Phyteuma spicatum* (50) — *Campanula glomerata* (50) — *Cirsium pauciflorum* 1.3 (72) — *Cirsium canum* 1.2 (41) — *Telekia speciosa* (11) — *Hypnum triquetrum* 2.5 (95) — *Hypnum splendens* 2.5 (95) — *Dicranum scoparium* (71) — *Cladonia rangiferina* (71) — *Cladonia furcata* (71).

III. — ÉTAGE¹ DU PIN MUGHO

Pour terminer notre étude des forêts climatiques, nous allons jeter un coup d'œil sur la végétation qui se trouve au-dessus des hêtraies subalpines, c'est-à-dire occupant les sommets. Elle est représentée par un complexe climatique particulièrement bien développé sur le sommet du Klekovatcha.

A 1600-1650 m. commence l'étage du Pin Mugho, qui atteint le sommet du massif (1961 m.).

Il est localisé dans les falaises de la crête, quelle que soit l'exposition. En dehors des rochers, il occupe le versant N. Un beau peuplement se trouve sur les petits plateaux et sur sol très profond entre les escarpements de la crête. Nous y avons pris deux relevés (voir planche, phot. IV, fig. 3).

Le premier à 1750 m. et le second à 1770 m. d'altitude.

La hauteur des Pins Mugho est de 3 mètres, leurs tiges entrelacées ont 5 et 10 cm. de diamètre à 1 m. du sol.

Strate arbustive (couvert 80 %)

<i>Pinus Mughus</i> Scop	5.5	5.5	<i>Juniperus nana</i> Willd ..	(+)	+
<i>Ribes alpinum</i> L.	(+)	1.2	<i>Salix silesiaca</i> Willd	(+)	+
<i>Rosa pendulina</i> L.	(+)	2.2	<i>Sorbus Chamaemespilus</i> (L.)		
<i>Daphne Mezereum</i> L.	+	+	Crtz.	+	(+)

Strate herbacée (couvert 90 %)

<i>Adenostyles Alliariae</i> (Gou.)			<i>Saxifraga rotundifolia</i> L. .	1.1	(+)
Kern.	3.2	2.3	<i>Cirsium canum</i> (L.) All. ..	1.1	+
<i>Stellaria nemorum</i> L.	2.4	3.3	<i>Cirsium Erisithales</i> (Jacq.)		
<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	2.2	2.1	Scop.	+	1.2
<i>Senecio nemorensis</i> L.	2.3	1.2	<i>Rumex arifolius</i> All.	+	3.2
<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	2.2	1.2	<i>Carduus Carduelis</i> A. Kern.	1.1	+
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i> L. ..	1.4	1.3	<i>Peucedanum austriacum</i>		
<i>Viola biflora</i> L.	1.2	2.2	(Jacq.) Koch	1.2	+
<i>Centaurea Kotschyana</i> Roch.	1.2	1.2	<i>Laserpitium latifolium</i> L..	1.2	+
<i>Gentiana asclepiadea</i> L. ..	1.2	2.2	<i>Eryngium alpinum</i> L.	+	1.1
<i>Astrantia elatior</i> W.	1.1	+	<i>Cetraria islandica</i> L.	1.4	2.5

De plus, dans les deux relevés, on a signalé les plantes suivantes:

<i>Galium asperum</i> Schreb.	<i>Hieracium villosum</i> v. <i>globescens</i>
<i>Milium effusum</i> L.	F. Schulz.
<i>Galium Mollugo</i> L. ssp <i>corrudaefolium</i>	<i>Hypericum alpigenum</i> Kit.
Briq.	<i>Lamium orvala</i> L.
<i>Carex sempervirens</i> Willd.	<i>Stachys alpina</i> L.
<i>Calamagrostis varia</i> (Schröd) Host.	<i>Silene</i> sp.
<i>Valeriana montana</i> L.	<i>Aconitum tauricum</i> Wulf.
<i>Scabiosa leucophylla</i> Borb.	<i>Knautia dinarica</i> (Murb.) Borb.
<i>Arabis alpina</i> L.	<i>Chaerophyllum aureum</i> L.
A côté des relevés:	<i>Saxifraga aizoon</i> Jacq. ssp <i>Malyi</i> Sch.
<i>Solidago Virga-aurea</i> L.	<i>Alchemilla velebitica</i> Borb.
<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.	<i>Edraianthus subalpinus</i> Wettst.
A côté, sur les rochers:	<i>Campanula Scheuchzeri</i> Vill.
<i>Leontopodium alpinum</i> Cass.	<i>Hypnum splendens</i> Hedw.
	<i>Eurychium striatum</i> .

Dans le premier relevé, nous avons signalé les espèces suivantes:

<i>Lonicera nigra</i> L.	+	<i>Angelica silvatica</i> L.	1.2
<i>Lonicera alpigena</i> L. (Mill)	+	<i>Adoxa Moschatellina</i> L.	+
<i>Mulgedium alpinum</i> (L.) Lesse. .	2.2	<i>Leontodon hispidus</i> L.	+
<i>Vaccinium Myrtillus</i> L.	2.4	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L....	+
<i>Campanula pusilla</i> ssp. <i>cochleari-</i>		<i>Thesium alpinum</i> L.	+
<i>folia</i> Lam.	+	<i>Biscutella laevigata</i> L.	+
<i>Carduus crispus</i> L.	+	<i>Heliosperma pusillum</i> Hall.	+
		<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	+

A côté du relevé:

<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Arabis Scopoliiana</i> Boiss.
<i>Melitis Melissophyllum</i> L.	<i>Potentilla Crantzii</i> (Crtz.) Beck
<i>Plantago alpina</i> L.	<i>Scorzonera rosea</i> W. et K.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	

Dans le deuxième relevé, nous avons noté les plantes suivantes:

<i>Mercurialis perennis</i> L.	2.2	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	1.3	<i>Lilium carniolicum</i> Bernh.

A côté:

Hypericum sp.

Phyteuma spicatum L.

Un troisième relevé, pris sur le sommet du Mont Oséchévitsa (1795 m.) semble indiquer une composition floristique incomplète occupant une très faible place (à peine 1 ha). Il comprend principalement:

<i>Pinus Mughus Scop.</i>	5.5	<i>Vaccinium Vitis-idaea L.</i>	2.5
<i>Ribes alpinum L.</i>	1.1	<i>Myosotis alpestris Hoffm.</i>	1.3
<i>Salix silesiaca W.</i>	2.3	<i>Thymus Jankae Cel</i>	2.3
<i>Rosa pendulina</i>	1.1	<i>Lamium orvala L.</i>	1.1
<i>Sorbus aucuparia L.</i>	1.1	<i>Valeriana montana L.</i>	1.3
<i>Daphne Mezereum L.</i>	+	<i>Galium asperum Schreber</i>	+
<i>Picea excelsa (Lam) Link.</i>	+	<i>Chrysanthemum Tanacetum Vis</i> ..	+

Et quelques autres plantes des relevés précédents.

En comparant nos relevés à d'autres associations à Pin Mugho, décrites par différents auteurs, nous voyons qu'ils se rapprochent le plus, surtout les relevés pris sur le Pléchévitsa, de ceux de I. HORVAT, décrits sous le nom de *Pinetum mughi croaticum* (ass. à *Pinus Mughus-Lonicera Borbasiana*).

La différence porte seulement sur les éléments secondaires. I. HORVAT, ayant pris ses relevés à une altitude plus basse, où l'association de ce Pin est moins bien différenciée, fait figurer dans ses relevés des plantes des étages inférieurs, par exemple: *Oxalis acetosella*, *Rubus saxatilis*, *Erica carnea*, etc. qui manquent chez nous. Par contre, les plantes suivantes sont absentes des relevés de I. HORVAT:

Juniperus nana, *Lamium orvala*, *Scabiosa leucophylla*, *Arabis alpina*, *Rumex arifolius*, *Chaerophyllum aureum*, mais nous n'avons pas rencontré *Lonicera Borbasiana* qui est une espèce caractéristique de l'association d'I. HORVAT.

E. AICHINGER a étudié en détail, dans les Karawanken, l'association à Pin Mugho. Il distingue une sous-association calcicole et une silicicole. Toutes les deux diffèrent beaucoup de notre association.

Entre les peuplements du Pin Mugho il y a de belles pelouses à végétation exubérante. Sur les roches et dans les entonnoirs, il y a encore d'autres groupements végétaux.

Les versants S. des hauts sommets (à partir de 1550-1600 m.) portent, au-dessus des Hêtraies subalpines, sur les pentes assez raides, des landes à *Genista radiata* et des pelouses pseudo-alpines dans lesquelles *Sesleria tenuifolia* et *Bromus erectus* jouent un rôle très important.

L'analyse de ces pelouses, floristiquement très riches, serait de grand intérêt et mériterait une étude spéciale. Elle sort du cadre de nos recherches. Les observations que nous avons pu faire montrent qu'on pourrait y distinguer toute une gamme d'associations.

Nous donnons ci-dessous la liste des plantes que nous avons observées sur le sommet de Klekovatcha:

1° Espèces alpines

<i>Festuca pungens</i> Kit.	<i>Potentilla Crantzii</i> Crtz.
<i>Sesleria tenuifolia</i> Schrad.	<i>Thymus Jankae</i> Cel.
<i>Poa alpina</i> L.	<i>Pedicularis verticillata</i> L.
<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rechb.	<i>Edraianthus subalpinus</i> Wettst.
<i>Salix retusa</i> L.	<i>Campanula Scheuchzeri</i> Willk.
<i>Dianthus Kitaibelii</i> Jka.	<i>Scabiosa silenifolia</i> W. et K.
<i>Heliosperma pusillum</i> W. K.	<i>Leontopodium alpinum</i> Cass.
<i>Arabis alpina</i> L.	<i>Senecio Doronicum</i> L.
<i>Sedum glaucum</i> W. et K.	<i>Achillea Clavenae</i> L.
<i>Sedum Rhodiola</i> D. C.	<i>Erigeron atticum</i> Willk.
<i>Sempervivum tectorum</i> L.	<i>Carduus Carduelis</i> A. Kern.
<i>Saxifraga aizoon</i> Jacq. ssp. <i>Malyi</i> Sch.	<i>Hieracium villosum</i> v. <i>glabrescens</i> F.
<i>Dryas octopetala</i> L.	Schulz.
<i>Alchemilla velebitica</i> Borb.	

2° Espèces subalpines

<i>Calamagrostis varia</i> (Schr.) Host.	<i>Astrantia major</i> ss.p. <i>elatio</i> (Fr.)
<i>Lilium carniolicum</i> Bernh.	<i>Maly</i> .
<i>Rumex arifolius</i> All.	<i>Peucedanum austriacum</i> (Jacq.) Koch.
<i>Salix silesiaca</i> W.	<i>Gentiana crispata</i> Vis.
<i>Aconitum Napellus</i> L.	<i>Cerinthe minor</i> L.
<i>Aconitum tauricum</i> Wulf.	<i>Alectorolophus angustifolius</i> ssp. <i>sub-</i>
<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	<i>alpinus</i> (St.) Wettst.
<i>Trollius europaeus</i> L.	<i>Stachys alpina</i> L.
<i>Arabis Scopoliiana</i> Boiss.	<i>Galium asperum</i> Schreber
<i>Sempervivum tectorum</i> L.	<i>Scabiosa leucophylla</i> Borb.
<i>Linum capitatum</i> Kit.	<i>Knautia illyrica</i> Beck
<i>Sorbus Chamaemespilus</i> (L.) Crtz.	<i>Adenostyles Alliariae</i> (G.) Kern.
<i>Cotoneaster integerrima</i> Med.	<i>Erigeron alpinum</i> L.
<i>Helianthemum nitidum</i> Clem.	<i>Chrysanthemum Tanacetum</i> Vis.
<i>Cytisus Heuffelii</i> Wierzb.	<i>Centaurea Haynaldi</i> Borb.
<i>Lathyrus luteus</i> (L.) Péterm.	<i>Centaurea Kotschyana</i> Heuff.
<i>Genista radiata</i> Scop.	<i>Senecio rupester</i> W. et K.
<i>Anthyllis illyrica</i> Beck.	<i>Mulgedium alpinum</i> (L.) Less.
<i>Hypericum alpinum</i> Kit.	<i>Scorzonera rosea</i> W. et K.
<i>Eryngium alpinum</i> L.	<i>Hieracium plumulosum</i> A. Kern.
<i>Heracleum austriacum</i> L.	<i>Hieracium Waldsteinii</i> Freyn.

3° Espèces montagnardes et des plaines

<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crntz.
<i>Satureia vulgaris</i> (L.) Fritsch.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
<i>Iris graminea</i> L.	<i>Angelica silvestris</i> L.
<i>Allium pulchellum</i> Don.	<i>Laserpitium latifolium</i> L.
<i>Dianthus croaticus</i> Borb.	<i>Laserpitium marginatum</i> Waldst.
<i>Thalictrum minus</i> L.	<i>Chaerophyllum aureum</i> L.
<i>Aquilegia dinarica</i> Beck.	<i>Libanotis montana</i> Crtz.
<i>Trifolium rubens</i> L.	<i>Campanula Trachelium</i> L.
<i>Lathyrus sessilifolius</i> (S. S.) Ten.	<i>Valeriana montana</i> L.
<i>Cytisus hirsutus</i> L.	<i>Galium Mollugo</i> L. ssp. <i>corrudaefolium</i>
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Hampe	Briq.

Sur l'Osétchénitza (1795 m.) et Zélianik (1560 m.), nous avons noté parmi les espèces intéressantes:

<i>Festuca montana</i> M. B.	<i>Helianthemum alpestre</i> Dum.
<i>Sesleria tenuifolia</i> Schrad.	<i>Helianthemum pusillum</i> W. et K.
<i>Bromus erectus</i> Huds.	<i>Genista radiata</i> Scop.
<i>Lilium carniolicum</i> Bernh.	<i>Geranium silvaticum</i> L.
<i>Salix silesiaca</i> W.	<i>Potentilla montenegrina</i> Pant.
<i>Silene saxifraga</i> L.	<i>Eryngium alpinum</i> L.
<i>Stellaria nemorum</i> L.	<i>Athamanta Haynaldi</i> Borb.
<i>Aconitum tauricum</i> Wulf.	<i>Myosotis alpestris</i> Hoffm.
<i>Thalictrum maius</i> Cr.	<i>Thymus Jankae</i> Cel.
<i>Arabis Scopoliana</i> Boiss.	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.
<i>Arabis Gerardi</i> Beßs.	<i>Pedicularis verticillata</i> L.
<i>Biscutella laevigata</i> L.	<i>Edraianthus subalpinus</i> Wettst.
<i>Kernera saxatilis</i> Rohf.	<i>Knautia dinarica</i> (M.) Borb.
<i>Sedum glaucum</i> W. et K.	<i>Senecio bosniacus</i> Beck.
<i>Sedum Rhodiola</i> D. C.	<i>Senecio procerus</i> Gris.
<i>Sempervivum tectorum</i> L.	<i>Telekia speciosa</i> (Schr.) Baumg.
<i>Saxifraga Aizoon</i> Jacq. ssp. <i>Malyi</i> Sch.	<i>Scorzonera rosea</i> W. et K.
<i>Linum capitatum</i> Kit.	<i>Chrysanthemum corymbosum</i> L.
<i>Sorbus Chamaemespilus</i> (L.) Crtz.	<i>Crepis praemorsa</i> Tsch.

REMARQUES GENERALES SUR LES FORETS VIERGES

On a émis beaucoup de théories sur la genèse, la constitution, l'aspect et la régénération des forêts vierges. Voici quelques opinions:

K. RUBNER donne la division suivante des forêts « naturelles », d'après leurs genèse et aspect:

a) Les peuplements naturels équiens peuvent apparaître:

1° Lorsqu'une des essences n'atteint pas l'âge ou la hauteur des autres espèces;

2° A la suite de catastrophes (coups de vent, incendies). Dans ce cas, il se forme une forêt continue bien fermée, que l'auteur appelle « Horizontal-schluss ».

L'auteur reconnaît les modes de peuplements équiens suivants:

1° Le *Gleichschluss*, quand l'essence principale s'introduit immédiatement après les catastrophes sur la surface dénudée;

2° Le *Wellenfoermiger Gleichschluss* quand apparaît d'abord une essence transitoire dans laquelle peu à peu l'essence principale prend pied. Celle-ci est représentée par des individus d'âge varié.

K. RUBNER croit que les forêts de montagne vivent moins longtemps et se régénèrent plutôt par catastrophes et que la futaie équienne y domine pour cette raison, alors que, plus bas, les forêts prennent l'aspect jardiné et atteignent un âge plus avancé.

b) Les forêts « naturelles », composées d'arbres de différentes classes se constituent:

1° Lorsque le couvert est continu, composé d'essences d'ombre, que les dimensions des arbres varient, mais que la hauteur du peu-

plement est plus ou moins égale. Dans ce cas, il y a, ce que l'auteur appelle, un *Urwaldschluss*;

2° Quand le peuplement présente plusieurs étages formés d'essences de différentes hauteurs ou d'essences d'ombre et de lumière: « *Schichtenschluss* »;

3° Quand la forêt a l'aspect jardiné (*Stufenschluss*). Cette forme peut être conditionnée par l'état biologique, les conditions édaphiques et les facteurs climatiques.

L. TCHERMAK signale que les forêts vierges de Bosnie n'ont pas l'aspect de futaies jardinées; elles comprendraient des peuplements constitués de certaines classes d'âge uniformément réparties. Elles formeraient un couvert continu composé d'arbres dont les cimes se touchent, ce qui s'expliquerait par l'ancienneté des peuplements (plus de 300 ans), dont les individus ne s'accroissent plus en hauteur à partir de l'âge de 100 ans, mais dont la cime se développe en largeur.

La régénération ne se ferait que dans les endroits où un arbre âgé est tombé, et où s'est produit un trou qui a permis un ensemencement. Il appelle cela « *Urwaldschluss* ».

K. RUBNER trouve que les forêts vierges ont tendance à former des peuplements mixtes. Il constate que les forêts vierges *pures* ne représentent pas un état naturel, mais une anomalie pour la formation de laquelle il faut des circonstances spéciales, telles les conditions édaphiques et climatiques favorables à une seule essence, ou des caractères biologiques de l'essence présente excluant les concurrents possibles. Les peuplements purs ont tendance à former des forêts équiennes.

D'après DENGLE (1931), en forêt vierge, il y aurait en quelque sorte alternance entre peuplements *réguliers* et *irréguliers*. Dans un peuplement irrégulier, abandonné à lui-même, les arbres les plus hauts, poussant plus vigoureusement, dominent les autres qui cessent de croître ou disparaissent, et la forêt prend un aspect régulier; lorsque, par suite de vétusté ou d'accidents, cette futaie régulière s'éclaircit ou s'entr'ouvre, les arbres préexistants se développent, des semis s'installent, le peuplement reprend une forme irrégulière, jusqu'au moment où les sujets les plus grands y reconstituent un couvert ininterrompu. Le cycle est « continu et indéfini ».

H. PERRIN est du même avis, que dans nos montagnes, la forêt sous-exploitée se constitue en peuplements à un seul étage, qui se régénèrent par petites taches ou par bouquets d'étendue variable, au hasard des bris de neige, des chablis, des avalanches, etc., présentant ainsi des formes irrégulières dans lesquelles, peu à peu, la régularité se rétablit.



L'étude de la végétation des forêts vierges mixtes que nous venons de faire montre nettement:

1° Que la structure forestière des peuplements vierges est celle d'une futaie jardinée avec excès de bois forts;

2° Que ces forêts sont mixtes et que le mélange d'essences est assez constant, le Sapin étant dominant;

3° Que la régénération se fait par petites trouées sur les emplacements des arbres morts;

4° Que l'incendie n'intervient jamais dans la vie normale de la forêt vierge, comme le croit K.-M. MULLER.

Appliquant la terminologie pour la dénomination des types de forêts, nous les aurons appelé: *type à Abies-Aremonia*.

Ces forêts auraient une ressemblance avec l'*Urwaldschluss*, de K. RUBNER et de L. TCHERMAK, avec certaines différences, car la hauteur des arbres est variable. Il est vrai qu'on a l'impression d'un couvert continu, mais après une étude analytique détaillée, on se rend compte qu'il y a une stratification nette.

Par contre, la notion d'*Urwaldschluss* s'appliquerait très bien aux Hêtraies montagnardes.

Le mode de reconstitution, cité par H. PERRIN ne s'observe, dans notre massif, que dans des cas spéciaux; par exemple sur les crêtes (voir description de la placette 5).

La constitution de Hêtraies subalpines ou des peuplements de *Pinus Mugho* concorde bien avec l'explication de K. RUBNER, à savoir que des causes climatiques et de concurrence vitale créent un peuplement pur d'aspect équien, bien que celui-ci ne provienne pas d'une catastrophe.



QUATRIÈME PARTIE

EVOLUTION DE LA VÉGÉTATION

La forêt vierge est un ensemble biologique en équilibre par l'interaction du milieu, des végétaux et de la faune. Lorsque cet équilibre est rompu pour une raison quelconque (incendie, invasions d'insectes, chablis, etc.), la forêt est le théâtre de phénomènes très intéressants et de la plus haute importance pour les forestiers.

Leur étude permet de comprendre le mécanisme de la reconstitution des forêts détruites, connaissance qui est à la base de la sylviculture rationnelle.

Dans cette partie, nous allons étudier l'évolution de la végétation lorsque l'équilibre primitif est rompu par les causes les plus importantes que sont l'incendie, le coup de vent, la coupe rase, et la coupe jardinée. Nous négligeons de parler des Insectes et des Champignons, car ils ne provoquent des accidents graves qu'exceptionnellement et seulement sur de petites surfaces.

Notre étude ne s'applique qu'à l'étage climatique de la forêt mixte.

I. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES INCENDIE

Dans tout le massif du Klekovatcha-Guermetch il y a beaucoup de places incendiées; certaines atteignent de grandes dimensions. Celle de Sernetitza, par exemple, a environ 2.000 ha.

Tous les incendies dont l'origine a pu être connue sont dus directement ou indirectement à l'homme (locomotive d'exploitation, bergers, faucheurs). La foudre, souvent accusée, n'intervient certainement que très rarement.

La forêt vierge est pratiquement incombustible, même pendant la période la plus sèche de l'année, car elle maintient une ambiance trop humide pour que le feu puisse s'y étendre. Nous avons observé à plusieurs reprises que l'extension des incendies était arrêtée sur ses limites. Le feu ne prend que dans la forêt exploitée, c'est-à-dire modifiée, d'une façon ou d'une autre, par l'homme. Tous les grands incendies ont eu lieu après les coupes. Certaines époques sont, pour les vieilles coupes, particulièrement critiques. Le danger est

d'autant plus grand que les coupes sont plus claires, en raison des modifications temporaires profondes que l'abattage apporte dans les parcelles exploitées. L'humus, les branches et les nombreux débris desséchés sont une proie facile pour le feu, et, en période de sécheresse un peu prolongée, il suffit d'une étincelle pour déclencher un incendie. Ces périodes sont particulièrement dangereuses sur le karst, qui est sans eau. Fort heureusement elles sont relativement rares.

En ce qui concerne la foudre, qui peut mettre le feu au bois, ainsi que nous l'avons nous-mêmes observé, elle ne provoque d'incendie que si elle tombe dans une ancienne coupe. Un arbre sec de la forêt vierge, qui, frappé par un éclair, flambait comme une torche, n'a, comme nous l'avons vu, aucune conséquence pour la forêt environnante. Il faudrait, pour que l'incendie y prit une certaine importance, que la foudre tombe au cours d'une période exceptionnellement favorable aux incendies sur un chablis important, et là aussi, l'incendie serait contenu par la forêt vivante.

Les incendies sur le karst sont de trois ordres:

- 1° Les incendies superficiels;
- 2° Les incendies souterrains;
- 3° Les incendies forestiers (incendies de grandes surfaces).

Dans le premier type d'incendie le feu ne fait que passer et brûle seulement la strate herbacée; on l'observe à la fin de l'été ou au début du printemps, c'est-à-dire pendant les époques de sécheresse précédant et suivant la période de végétation.

Dans le deuxième cas, le feu se propage souterrainement par les fentes des roches calcaires, grâce à l'humus desséché. Au cours d'un incendie on peut voir surgir de place en place des foyers nouveaux qui sont nés par ce processus. De tels incendies ne sont possibles que dans les coupes où le sol est complètement desséché par une période de sécheresse assez longue.

Le troisième type d'incendie est le plus dangereux. Il débute ou est suivi généralement par les types d'incendies précités.

L'effet de l'incendie sur le sol du karst est très néfaste. L'humus brûle complètement, le sol est lessivé; l'humidité n'est plus retenue, la roche est mise à nu. Tandis que dans la forêt vierge cette dernière n'affleure que de 30 % de la surface, environ, ce taux peut atteindre 70 % après incendie. Dans ce sol dénudé, dépourvu d'humus et de bois pourris, l'ensemencement des arbres est impossible; en été, toutes les jeunes plantes se dessèchent.

La destruction de la végétation forestière par l'incendie est suivie d'une reconstitution marquée par la succession régulière d'un certain nombre de groupements végétaux.

Le tableau n° 4 montre les différents stades de la reconstitution de la forêt après les incendies. Cette reconstitution est très lente; elle part de la périphérie et conquiert peu à peu le centre de la

surface déboisée (Pl. VI, 2). C'est la raison pour laquelle, dans notre tableau, il n'y a pas toujours une concordance absolue entre la date de l'incendie et le stade de reconstitution de la végétation forestière, certains relevés ayant été pris au centre, d'autres à la périphérie de la place incendiée.

Le premier stade à *Epilobium angustifolium* est représenté par le relevé 52. Il a été pris quatorze ans après l'incendie, ce qui explique la présence de *Calamagrostis*, car le stade à *Epilobium* ne dure que cinq à dix ans, et il comporte des peuplements presque purs d'Epilobes, dans lesquels il n'y a que quelques plantes à rosette et des annuelles.

A l'Epilobe succède le stade à *Calamagrostis Epigeios* (relevé 83 et photo pl. VI, 1).

Cette graminée forme des peuplements très denses et presque purs, comme le montre le relevé n° 8, lequel ne comporte qu'une dizaine d'espèces. L'appareil souterrain est très dense et forme un lacs impénétrable. Le stade à *Calamagrostis* peut marquer une dégradation définitive tellement la reconquête des surfaces que cette Graminée occupe est difficile par la forêt. La forêt ne peut y reprendre pied que si elle occupe encore les bords des peuplements à *Calamagrostis*, car elle peut alors refouler celle-ci progressivement, grâce à l'influence néfaste locale qu'elle exerce sur elle et favorise la réinstallation des arbres.

Calamagrostis Epigeios est l'ennemi le plus redoutable du reboisement artificiel, car il est très difficile au jeune plant de s'y maintenir, alors que durant le stade à *Epilobium* le reboisement peut s'accomplir avec succès. Cette graminée est, à cet égard, comparable à *Brachypodium phenicoides* dans le Midi de la France. Si on découvre le jeune plant, il se dessèche, et si on ne le dégage pas, il est étouffé par les parties aériennes et souterraines de la Graminée.

Après le stade *Calamagrostis* vient celui de *Salix caprea* — *Populus tremula* ou à *Rubus idaeus* et *R. fruticosus*.

Dans des conditions favorables, les deux stades à *Salix* et *Rubus* chevauchent plus ou moins; à ce moment la phase la plus difficile de la réinstallation de la forêt est vaincue.

A partir de maintenant la reconstitution de la forêt peut suivre différentes directions. La plus fréquente aboutit à une formation d'*Erica* pure. Dans d'autres cas, le Sapin et le Hêtre peuvent également former des peuplements purs, mais seulement exceptionnellement et lorsque les conditions locales d'humidité sont favorables.

Ce stade est, de tous, le plus important, car il peut marquer un état définitif, si la végétation du voisinage n'est pas capable de lutter contre la Graminée pour la contenir ou la réduire. Comme exemples, pour le Hêtre, nous citerons les relevés 85 et 42 et, pour le Sapin, les relevés 88 et 63 (1).

(1) Nous ne sommes pas sûrs que la forêt décrite dans le relevé 63 provienne d'un incendie. Elle peut aussi avoir résulté d'un coup de vent.

Les relevés de forêts d'Epicea issues de la reconstitution forestière possèdent les espèces caractéristiques des *Vaccinio-Piceetalia*.

En comparant l'association des forêts d'Epicea pure, décrites par I. HORVAT avec celle de nos pessières reconstituées, nous remarquons une grande concordance avec le groupement appelé par I. HORVAT, *Aremonieto-Piceetum luzuletosum*.

Seules, nos deux espèces caractéristiques (*Hieracium transsilvanicum* et *Doronicum Columnae*) manquent dans l'association de I. HORVAT. Par contre, chez nous, sont très rares: *Vaccinium Vitis-Idaea* et *Listera cordata*. *Hieracium transsilvanicum* de notre association est remplacé dans celle d'HORVAT par le *H. murorum*, d'ailleurs systématiquement affiné.

Ces indications floristiques montrent que nos forêts sont très proches de forêts pures d'Epicea.

Nous sommes convaincus que dans notre territoire toutes les forêts pures d'Epicea sont transitoires et qu'elles tendent vers l'état de forêt mixte.

En examinant la strate arborescente du tableau n° 4, nous constatons, une fois de plus, la règle courante que, sous le couvert de l'Epicea pur, il y a une régénération de Sapin (relevés 94, 93, 67, 11) et que sous le Sapin vient l'Epicea (relevé 85, 63).



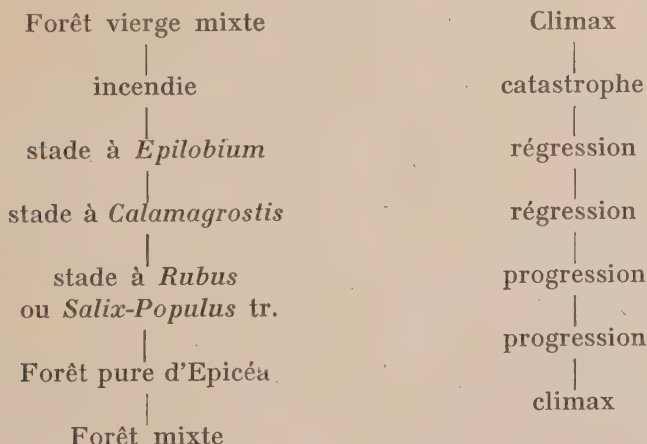
En dehors des espèces énumérées dans notre tableau 4, nous avons observé, au plus trois fois, les espèces accidentelles suivantes:

Dryopteris Linnaeana (66) — *Polypodium vulgare* (66) — *Athyrium Filix-femina* 2.1 (66) — *Asplenium viride* (60, 66) — *Poa nemoralis* 1.3 (60, 82) — *Festuca silvatica* (9) — *Elymus europaeus* (13, 93) — *Melica nutans* (87) — *Poa compressa* (57) — *Poa sp.* 1.3 (94, 93, 66) — *Phleum pratense* 1.3 (61) — *Carex digitata* 1.2 (57, 60, 93) — *Carex leporina* (57) — *Juniperus communis* (60) — *Lilium Martagon* (57) — *Polygonatum verticillatum* (87) — *Platanthera bifolia* (42) — *Urtica dioica* (45) — *Asarum europaeum* (66) — *Rumex acetosa* (45) — *Corylus avellana* (84) — *Dentaria enneaphyllos* (28 a) — *Glechoma hirsuta* (28) — *Chrysosplenium alternifolium* (57) — *Anemone hepatica* (93) — *Anemone nemorosa* (66) — *Rubus tomentosus* (82) — *Saxifraga rotundifolia* (84, 66) — *Geum urbanum* (61) — *Trifolium repens* (60) — *Trifolium pratense* (61) — *Vicia hirsuta* (82) — *Lathyrus pratensis* (57) — *Hypericum hirsutum* (84) — *Tilia platyphyllos* (93, 42) — *Mercurialis perennis* (66) — *Linum catharticum* (61) — *Daphne Laureola* (28) — *Epilobium montanum* (60, 28, 63) — *Angelica silvestris* (44) 1.2 (28) .. *Heracleum austriacum* (57, 60) — *Pastinaca sativa* (82) — *Pirola minor* (66, 28) — *Echium vulgare* (57) — *Origanum vulgare* (57) — *Brunella vulgaris* (84) — *Melitis melisso-*

phyllum (87) — *Digitalis ambigua* (56, 28, 94) — *Veronica montana* (52) — *Veronica urticaefolia* (93, 66) — *Veronica chamaedrys* (44) — *Salvia officinalis* (44) — *Plantago lanceolata* (61) — *Scrophularia* sp. (84) — *Adoxa moschatellina* (66) — *Valeriana montana* (43) — *Lonicera Xylosteum* 1.1 (94) — *Galium verum* (82) — *Phyteuma spicatum* (87) — *Campanula patula* (61) — *Buphtalmum salicifolium* (57) — *Doronicum austriacum* (28, 66) — *Mulgedium alpinum* (28, 66) — *Carlina vulgaris* (82) — *Chrysanthemum montanum* (82) — *Hieracium pilosella* (82) — *Rhodobryum roseum* 2.5 (94) — *Polytrichum commune* 1.3 (66) — *Mnium cuspidatum* 1.3 (66) — *Mnium undulatum* 2.5 (94).

**

En résumé, la reconstitution de la forêt mixte, après incendie, passe par les phases suivantes :



Les termes régression et progression sont employés du point de vue forestier et non géobotanique.

Le stade à Graminées et le mode de fermeture centripète des clairières d'incendie rappelle la reconstitution forestière observée, également après incendies, par beaucoup d'auteurs sous les tropiques (AUBREVILLE, BÈGNE, A. CHEVALIER, PERRIER DE LA BATHIE, SCAETTA).

Il est curieux de remarquer que le stade à *Calamagrostis* n'a pas été signalé en Bulgarie, où l'évolution, après incendies, des forêts comparables aux nôtres, a été étudiée par K.-M. MULLER.

II. — EVOLUTION APRES COUPES RASES

Les coupes rases occasionnent également une perturbation très forte dans la végétation forestière, mais leurs effets ne sont pas aussi profonds que celui de l'incendie.

Le stade à *Calamagrostis* est toujours absent et au stade à *Epilobium angustifolium* succède immédiatement celui à *Rubus fruticosus*, puis le stade à *Salix caprea*-*Populus tremula*.

La reconstitution est plus facile qu'après l'incendie, car le sol n'est pas aussi dégradé. Sur les sols calcaires, par exemple, l'affleurement de la roche après coupe rase ne dépasse jamais 60 %.

La forêt détruite par les chablis se reconstitue comme après une coupe rase.

L'opinion répandue que les ronces sont un grand obstacle à la régénération des arbres est nettement contredite par nos observations.

Au début, les ronces forment, il est vrai, un couvert assez dense et difficile à vaincre, mais, en s'accroissant, les tiges se dégagent par le bas, et l'on voit s'installer peu à peu la flore sylvatique typique dans laquelle les semis d'arbres reprennent enfin pied. Dans les forêts pâturées, les ronces assument même un rôle protecteur très favorable.

Parmi les relevés du tableau 5 il y en a un certain nombre pris sur un sol dolomitique. Il s'en dégage que la reconstitution de la forêt y est plus facile et plus rapide. En général, il semble que la reconstitution aboutisse à la forêt équienne de Sapin, parfois de Hêtre.

Lorsque dans la forêt exploitée le Hêtre forme un sous-bois abondant, les ronces ne s'installent pas ou très peu et pendant très peu de temps. La hêtraie reprend très rapidement le dessus et forme des peuplements purs (tableau n° 5).

En dehors des espèces énumérées dans notre tableau 5, nous avons observé les espèces accidentelles suivantes (seulement deux ou trois fois).

Cystopteris fragilis (3) — *Asplenium viride* (36) — *Dryopteris Linnaeana* (8, 78, 1, 29, 19) — *Dryopteris Phegopteris* (79) — *Poa nemoralis* (78, 78) — *Sesleria* sp. (92) — *Carex digitata* 1.3 (78) — *Calamagrostis Epigeios* 1.3 (40) — *Dactylis glomerata* 1.2 (40) — *Luzula silvatica* 2.3 (54) — *Melandrium rubrum* (31) — *Aconitum Vulparia* (8) — *Ranunculus platanifolius* 1.1 (40, 38) — *Thalictrum aquilegiifolium* (81) — *Aquilegia dinarica* (37) — *Lilium Martagon* (31) — *Polygonatum multiflorum* (35) — *Neottia Nidus-avis* (29) — *Orobanche alba* (29, 54) — *Orchis maculata* (8) — *Platanthera bifolia* (35) — *Cypripedium calceolus* (92) — *Veratrum album* (37) — *Cardamine hirsuta* (78) — *Dentaria enneaphyllos* (19) — *Trifolium repens* (40) — *Vicia cracca* (81) —

Lathyrus luteus (8) — *Hypericum perforatum* (54) — *Hypericum hirsutum* (78, 81) — *Circaea alpina* 1.3 (39, (29) — *Heracleum austriacum* (55) — *Vaccinium Vitis-idaea* 2.3 (37) — *Lysimachia nemorum* 1.2 (78) — *Fraxinus excelsior* (76) — *Primula sp.* (92) — *Gentiana cruciata* — *Pulmonaria montana* 2.3 (38) — *Symphytum tuberosum* (31) — *Veronica montana* 1.3 (78) — *Veronica urticaefolia* (96) — *Digitalis ambigua* (81) — *Valeriana montana* (54) — *Stachys silvatica* (1), 1.1 (77) — *Galium lucidum* (78, 79, 76) — *Phyteuma spicatum* (1) — *Adenostyles Alliariae* (19) — *Mulgedium alpinum* (1, 19) — *Tussilago Farfara* (79) — *Telekia speciosa* (58) — *Cirsium arvense* 1.1 (86) — *Cirsium eriophorum* (86) — *Chrysanthemum montanum* (81) — *Doronicum Columnae* (55) — *Achillea millefolium* 1.2 (40) — *Hieracium transsilvanicum* (76) — *Mnium undulatum* (79) — *Polytrichum formosum* (79) — *Polytrichum attenuatum* (79).

Dans le tableau 5, les coupes de 1904 et 1898 étaient rases, celles de 1931-1932 jardinatoires mais marquées trop clairement, de sorte que le vent a renversé le peuplement restant.

Les relevés 55 et 54 sont pris dans des peuplements d'altitude plus élevée, situés sur le versant N. du Verchitch, petit sommet (1300 m.) opposé à celui du Klekovatcha (voir profil).

A propos de cette forêt, qui est une futaie pure, nous avons émis l'hypothèse suivante: le Verchitch reçoit les vents du N. les plus forts, qui dévalent sur les pentes S. du Klekovatcha; aussi les chablis y sont-ils particulièrement importants (voir Pl. III, 1 et 2). Nous voyons donc qu'ici la forêt ne se développe que jusqu'à un certain âge, auquel elle est périodiquement renversée (voir relevé 54 et 55). C'est le seul endroit de notre massif où nous ayons trouvé quelques Pins sylvestres. Ceux-ci ont, au début, un accroissement annuel très vif (4 cm. par an) mais, une fois surcimés, ils s'atrophient.

Nous avons la conviction que les coupes rases déséquilibrent trop la végétation et dégradent trop le sol, ce qui entraîne une régénération trop lente et trop difficile. Ce mode d'exploitation est à rejeter pour les forêts du karst.

Au milieu de la forêt mixte vierge, nous avons étudié une forêt équienne de Sapin et nous sommes arrivés à la conclusion qu'elle n'a pu provenir que d'un chablis (relevés 29 et 31).

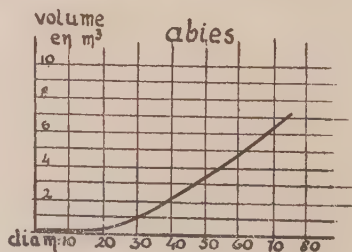
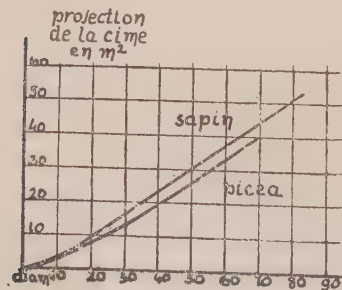
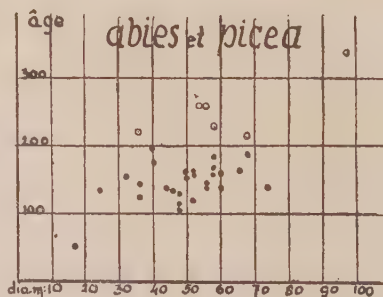
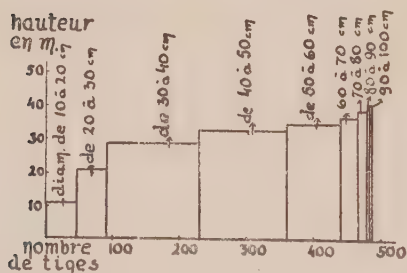
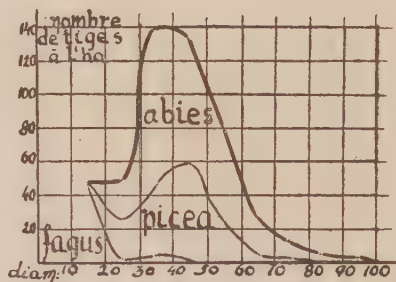
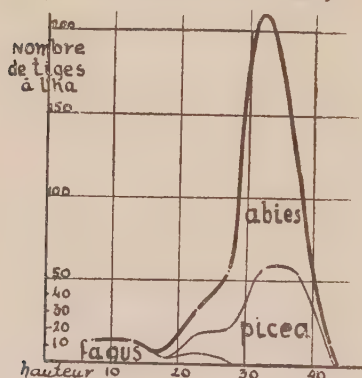
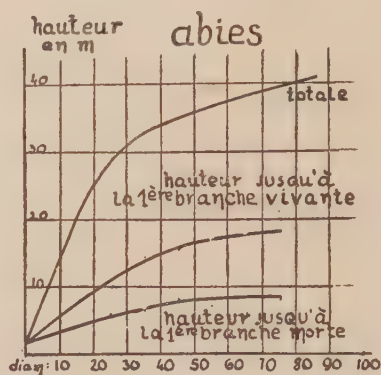
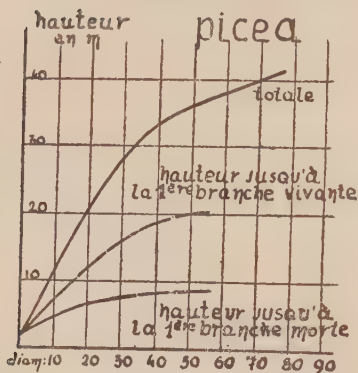
Dans cette forêt, nous avons délimité une placette d'expérience de 0,5 ha. Cette surface a été jugée suffisante pour une étude complète du peuplement, parce qu'elle portait une futaie régulière.

Les tableaux des mesures prises et les graphiques sont ci-joints. (Voir p. 54, 92 à 94).

Nous attirons l'attention sur le graphique de l'âge (p. 92). Les données des comptages des couches annuelles sur les couches des arbres abattus lors de la coupe en 1939 y sont réunies.

Forêt de Klekovača

Parcelle 176 - Placette d'essai 2



PLACETTE 2
Parcelle 176 (0,5 ha)

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....			2		44	1	46	1
20- 30.....	20	14	24	17	2	1	46	32
30- 40.....	82	143	42	65	4	4	128	212
40- 50.....	74	200	56	152	1	4	131	356
50- 60.....	56	230	24	98			80	328
60- 70.....	22	122	4	22			26	144
70- 80.....	10	72	2	13			12	85
80- 90.....	2	18					2	18
90-100.....	2	24					2	24
TOTAL.....	268	823	154	367	51	10	473	1200

PRODUIT DE LA COUPE

CLASSE DE DIAMÈTRE	SAPIN		ÉPICÉA		HÊTRE		TOTAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
10- 20.....			2	1	10	1	12	2
20- 30.....			2	1	2	1	4	2
30- 40.....	28	44	4	9			32	53
40- 50.....	12	33	4	12			16	45
50- 60.....	28	112	4	19			32	131
70- 80.....	12	67					12	67
70- 80.....	6	42	2	12			8	54
80- 90.....								
90-100.....	2	30					2	30
TOTAL.....	88	328	18	54	12	2	118	384

32 %

MESURES DES ARBRES DU PEUPLEMENT INITIAL

DIAMÈTRE A 1 M. 30 en cm.	HAUTEUR TOTALE	HAUTEUR	HAUTEUR	VOLUME DE	PROJECTION DE LA CIME en m ²
		JUSQU'À LA PREMIÈRE BRANCHE VIVANTE	JUSQU'À LA PREMIÈRE BRANCHE MORTE	L'ARBRE SANS ÉCORCE JUSQU'À 13 cm.	
SAPIN					
10	14.5	5	3.5		3
20	25	9	5	0.38	10
30	31.5	7.5	6	1.10	17
40	34	15	7	2.18	24
50	36	16.5	7.5	3.40	31
60	37.5	18	8	4.72	38
70	39	19	8	6.38	45
80	40.5	19.5	8	7.85	52
ÉPICÉA					
10	11.5	7.5	5	.	3
20	21.5	12	7	.	9
30	29	16	8	.	14
40	34	19	8.5	.	20
50	36.5	20	8.5	.	27
60	39	21	8.5	.	34
70	41	.	.	.	41
80	.	.	.	.	.

NOMBRE DE TIGES

HAUTEUR en m.	SAPIN	ÉPICÉA	HÊTRE	TOTAL
5-10.....			19	19
10-15.....			17	17
15-20.....		2	7	9
20-25.....	14	12	6	32
25-30.....	34	20	2	56
30-35.....	152	58		210
35-40.....	62	56		118
40-45.....	6	6		12
TOTAL.....	268	154	51	473

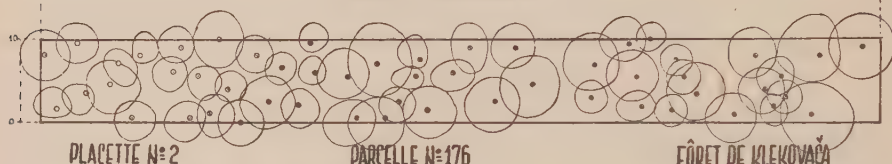
(1) Nombre de tiges à l'hectare.

(2) Volume en mètres cubes à l'hectare.

PROJECTION VERTICALE



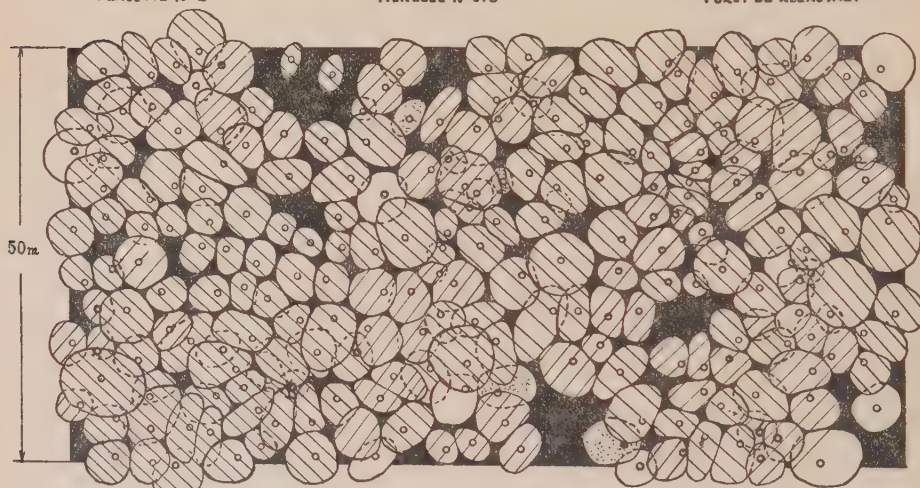
PROJECTION HORIZONTALE



PLACETTE N°2

PARCELLE N°176

FÔRET DE KLEKOVÁČA



■ SAPIN

■ EPICEA

□ HÊTRE

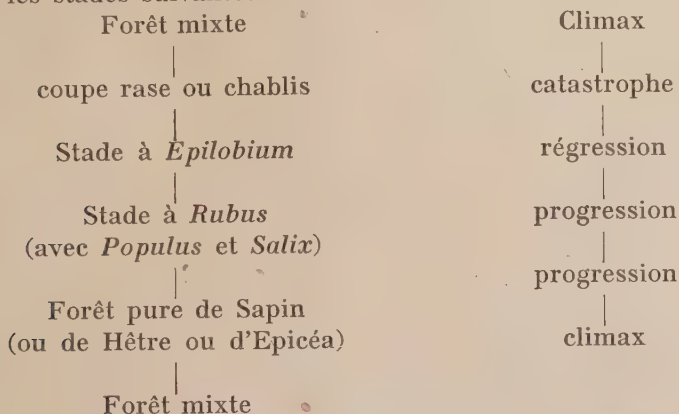
■ ORME, ERABLE

Les diamètres et les âges ne sont pas en rapports directs. Les arbres du peuplement ont à peu près le même âge (160-180 ans), à part quelques individus qui ont plus de 200 ans. Nous en concluons que les arbres les plus âgés ont existé avant la catastrophe. Celle-ci a été probablement provoquée par un coup de vent, car l'incendie est exclu; nous n'en avons trouvé aucune trace sur les arbres ou dans le sol.

D'après la structure, nombre de tiges en relation avec le diamètre et le volume (p. 92, 93), nous voyons que c'est une belle forêt équiennne. En comparant les graphiques établis avec les données de la placette 1 et avec celles de la placette 2, on voit que l'élagage se

fait bien mieux dans la placette 2. Les surfaces représentant les projections des cimes sont plus régulières et occupent une superficie moins grande. Le couvert est presque fermé (voir croquis de la projection horizontale). Le volume total est considérable. La hauteur moyenne des tiges est de 34 m., le diamètre moyen 52 cm.

La reconstitution de la forêt après coupe rase ou chablis passe par les stades suivants:



Le trait important de cette succession est l'absence totale du stade à *Calamagrostis*.

III. — EVOLUTION APRES COUPES JARDINATOIRES

En moyenne, le volume enlevé par une coupe jardinatoire est de 40 % (voir graphiques), tandis que le couvert, primitivement de 70 % tombe à 40 % (tableau 6). Malgré cela, le déséquilibre causé par la grande diminution du couvert concomitante d'une augmentation d'insolation n'est pas très dangereuse. L'équilibre rompu se rétablit en dix années, parce que le sol n'est pas dégradé (affleurement de la roche environ 40 %) et que la régénération des arbres se fait très bien.

Les nouvelles espèces, qui n'existaient pas dans la forêt vierge et faisant leur apparition après la coupe jardinée, sont:

Epilobium angustifolium.

Atropa Belladonna.

On observe, de plus, un développement plus intense d'un certain nombre d'espèces normalement présentes dans la forêt vierge:

Galeobdolon luteum.

Rubus fruticosus.

Cardamine trifolia.

Rubus idaeus.

Senecio nemorensis.

Pulmonaria montana.

Fragaria vesca.

Myosotis silvatica.

Ajuga reptans.

Galium rotundifolium.

En dehors des espèces énumérées dans notre tableau 6, nous avons observé, au plus trois fois, les espèces accidentelles suivantes:

Scolopendrium vulgare (96, 16) — *Dryopteris Phegopteris* (1, 90,7) — *Lycopodium annotinum* (8, 89) — *Cynosurus cristatus* (89)

— *Poa nemoralis* (89, 96) — *Polygonatum multiflorum* (1, 16, 37) — *Polygonatum verticillatum* (1, 7, 96) — *Goodyera repens* (8) — *Platanthera bifolia* (7) — *Orchis maculata* (7) — *Aconitum Vulparia* (7) — *Ranunculus acer* (86) — *Dentaria enneaphyllos* (8, 7, 96) — *Lunaria rediviva* (+) (7) — *Daphne Laureola* (90) — *Fraxinus excelsior* (76) — *Pirola uniflora* (8, 80) — *Pirola secunda* (7, 76) — *Gentiana asclepiadea* (80) — *Corylus avellana* (81) — *Thymus vulgaris* (86) — *Euphrasia officinalis* 1.3 (89) — *Veronica urticaefolia* (89, 37) — *Veronica Chamaedrys* (37) — *Veronica montana* (89) — *Lonicera Xylosteum* (76, 80) — *Galium cruciata* 32 (40) — *Tussilago Farfara* (37) — *Doronicum austriacum* + (7).

Au tableau 6 il faudrait ajouter encore le relevé 75 du tableau 2. Il représente un cas spécial. Le Hêtre domine, parce que Otto STEINBEIS, qui a exploité cette forêt, abattait surtout les Conifères.

Encore ici, la forêt mixte primitive se reconstituera, mais bien plus lentement qu'ailleurs, car elle est située sur les confins N., au voisinage des Hêtraies pures climatiques. Déjà, actuellement, la strate arbustive comprend une belle régénération d'Épicéas et de Sapins.

Nous concluerons, de tout ce qui a été exposé plus haut, que le traitement en futaie jardinée est le seul qui soit rationnel pour nos forêts, car il respecte le sol si sensible aux dénudations et par conséquent, assure la régénération parfaite et immédiate de la forêt.

Les coupes jardinatoires ne doivent pas dépasser 40 % du volume total du peuplement.

IV. — REMARQUES SUR LE PIN SILVESTRE (*Pinus silvestris*)

La place du Pin sylvestre est pratiquement nulle dans nos forêts. D'ailleurs, cette essence, qui n'existe qu'en quatre points (sommet du Vitorog, près de Cerniverh, près de Drinitch, Verchtitch) et en peuplements très réduits, parfois seulement en groupes de quelques arbres, dans la région que nous avons étudiée, est toujours transitoire. Elle est localisée à la limite de l'étage des forêts vierges mixtes, et y accuse un climat nettement sec. Une seule station, celle de Verchtitch, la plus petite, en arbres disséminés, se trouve en plein étage de forêts mixtes. Les Pins y sont complètement dominés et sont éliminés peu à peu, leur bois n'ayant pas la même résistance que dans un milieu plus sec. L'accroissement du Pin dans la jeunesse étant extraordinairement rapide (augmentation 4 cm. de diamètre par an), on a pensé à l'utilisation de cet arbre pour le reboisement, mais ces espoirs ont dû être abandonnés, parce que les jeunes arbres, ayant crû trop vite, sont littéralement écrasés par la neige.

CINQUIÈME PARTIE

TRAITEMENT ET AMÉNAGEMENT EN FONCTION DE NOS RECHERCHES

TRAITEMENT

Les forêts mixtes de Sapin-Epicéa-Hêtre doivent être traitées en futaies jardinées sans en fixer le diamètre maxima, mais en marquant des coupes culturales. C'est le seul mode de traitement qui ne rompe pas l'équilibre de la forêt, qui ne dégrade par le sol et qui protège des vents. En première coupe, on ne devra enlever que 35 à 40 % de matériel ligneux en faisant le précomptage des chablis. Ce pourcentage variera avec l'exposition, l'état du sol et la constitution en bois de la forêt.

L'intensité de cette coupe est conditionnée par la quantité des grands arbres et par le mode coûteux d'exploitation comportant l'établissement de voies ferrées et leur enlèvement après l'exploitation.

En somme, on pratiquera presque une coupe progressive d'ensemencement.

AMÉNAGEMENT

L'aménagement est en dehors du sujet de notre thèse, mais, néanmoins, en relation étroite avec nos recherches, car chaque aménagement rationnel doit être basé sur les possibilités productrices de la station de la forêt. Le document le plus sûr, en cette matière, est évidemment la connaissance de la végétation climatique, à laquelle on joint celle du calcul de la possibilité, basé sur l'accroissement annuel.

Cette dernière question est difficile à résoudre, le mode de calcul officiel étant seulement approximatif, basé sur le volume total. Nous le reproduisons ci-après:

Le plan d'aménagement actuellement en vigueur, pour la majeure partie de la forêt mélangée du massif du Klekovatcha, qui comprend une surface de 61.825 ha., est prévu pour 40 ans (de 1933 à 1972). Il comprend l'exploitation des restes des forêts vierges cubant 6.640.924 m³ et une coupe nouvelle à la rotation de 30 ans.

Celle-ci permettrait d'enlever le cubage de l'accroissement courant, évalué au total à 637.552 m³.

Donc, la possibilité pour le massif est égale à 7.278.476 : 40 = 191.963 m³ par an.

Pour la comparaison, on admet l'accroissement courant pour toute la forêt qui serait égal à 140.508 m³ par an.

2 Vw

D'après la formule de MANTEL $\frac{2 Vw}{N}$ (ou Vw est le volume réel

et de la rotation), il atteindrait 292.195 m³. Mais aucune des deux dernières données n'est réelle.

Pour contrôler le calcul de la possibilité on applique la formule suivante:

$$Em = \frac{M3 N3 - M2 (N2 - N3)}{a}$$

ou:

N2 nombre de tiges de la II^e classe de diamètre;

N3 nombre de tiges de la III^e classe de diamètre;

M2 volume de l'arbre moyen de la II^e classe de diamètre;

M3 volume de l'arbre moyen de la III^e classe de diamètre;

a temps de passage de la II^e à la III^e classe de diamètre.

La classe de diamètre II est égale à 30 cm à 60 cm. et celle de III à 60 cm. et plus. Le temps de passage serait fixé à 90 ans.

On a alors:

$$N2 = 3.758.879$$

$$N3 = 878.034$$

$$N2 - N3 = 2.880.845$$

$$M3 \times N3 = 6.772.486 \text{ m}^3$$

$$M2 = 2,22 \text{ m}^3$$

$$Em = (6.772.486 + 2,22 \times 2.880.845) : 75 = 175.573 \text{ m}^3$$

Pour une forêt normalisée on pourrait abaisser le temps de passage de 75 ans.

En ce qui concerne la forêt du Guermetch, on a procédé dernièrement à la révision de l'aménagement, mais il n'est pas encore achevé.

Nous avons essayé de déterminer approximativement l'accroissement annuel par trois procédés différents:

1° Par comparaison d'inventaires.

Jusqu'à présent, on n'a pas fait de nouvelles coupes de bois aux endroits où la forêt vierge avait déjà été exploitée. Nous étions chargé de faire l'estimation du matériel de l'état actuel des parcelles où la coupe rase avait été effectuée en 1898.

Nous avons trouvé une brève description de l'état de ces coupes en 1900; il n'y avait alors que quelques Hêtres.

ÉTAT EN 1900				ÉTAT EN 1940			
Parc n°	contenance en ha	Couvert en %	Volume à l'ha	Couvert en %	Volume à l'ha	Diff. en m ³	Acer. en m ³
221	98	30	75	80	522	447	11
229	141	30	100	80	545	445	11

2° A l'aide des sondages faits avec la tarrière de PRESSELER, après des coupes effectuées dans des Epicéas et des Sapins moyens de 20 à 70 cm. de diamètres, pour les catégories de diamètre de 5 à 5 ans.

Nous avons fait 106 sondages dans les Sapins et avons constaté que pour chaque catégorie de diamètre la moyenne varie de 9 à 10 ans. Sur l'Epicéa, nous avons fait 59 sondages et la moyenne pour chaque catégorie était égale à 12 ans.

Donc, le temps de passage pour nos classes de diamètre de 10 en 10 cm. serait pour le Sapin de 19 ans et pour l'Epicéa de 24 ans.

Le nombre de sondages est insuffisant et ces chiffres ne peuvent servir qu'à titre d'orientation.

3° L'analyse des souches des arbres abattus dans la forêt vierge, comme on l'a vu, nous a donné à peu près les mêmes résultats que ceux obtenus avec la tarrière, c'est-à-dire un temps de passage de 22 ans.

Dans le tableau ci-joint nous donnons le calcul des accroissements pour différentes classes d'âge en divisant la différence de deux classes de diamètre par 22.

De cette façon, nous obtenons un accroissement moyen de 8,52 m³. En ajoutant l'écorce (14 %), cela fait 9,81 m³.

La différence avec l'inventaire répété n'est pas grande (11 et 9,81). En admettant un accroissement de 10 m³, le taux d'accroissement serait égal à 1.43.

Nous avons groupé dans le tableau ci-joint les principales données concernant le matériel sur pied de notre forêt avant et après la dernière coupe, son couvert, ses conditions d'accroissement et ce que nous considérons comme son état normal. Il ne s'agit, bien entendu, que de moyennes, de chiffres arrondis.

Nous ne pouvons pas nous prononcer avec une sincérité absolue sur l'avenir de ces massifs forestiers; cependant, leur évolution future nous paraît devoir être telle que nous l'indiquons dans nos conclusions. Ces considérations nous dictent aussi la conduite à tenir dans l'exploitation rationnelle de la forêt.

Deux questions essentielles se posent:

1° Quelle composition, quelle structure aura la futaie jardinée que nous voudrions obtenir et que nous considérons comme normale?

2° Dans ces conditions d'exploitation, quelle sera la rotation de la coupe?

FORET VIERGE MOYENNE

(STÉVILOVITCHA-UVALA)

(Toutes les données réduites à l'hectare)

Classe de diamètre	Nombre de tiges	K	Cubage d'un arbre moyen	Volume total	Projection de la cime d'un arbre	Projection de la cime de chaque classe	Accroissement annuel d'un arbre
20- 30	108	1.56	0.5	54	20	2020	0.022
30- 40	69	1.50	1.4	95	26	1794	0.036
40- 50	46	1.40	2.5	115	32	1352	0.050
50- 60	33	1.50	3.6	128	37	1221	0.06
60- 70	22	1.57	5.5	120	41	902	0.07
70- 80	14	1.75	7.3	102	46	644	0.08
80- 90	8	2	10	80	50	400	0.09
90-100	4	2	12	47	55	220	0.11
100-110	2	2	15	30	62	124	0.14
110-120	1	.	13	13	75	75	
TOTAL	307	.	.	784	.	8752	

PEUPLEMENT APRES LA PREMIERE COUPE JARDINATOIRE

PRODUIT DE LA COUPE

APRÈS LA COUPE

Classe de diamètre	Nombre de tiges	(1)	Volume de la coupe	(1)	Nombre de tiges	Volume	Accroissement annuel de chaque classe
20- 30	28	36	14	18	72	36	1.58
30- 40	11	14	15	19	55	76	1.98
40- 50	7	9	18	23	37	92	1.85
50- 60	6	8	22	28	25	100	1.50
60- 70	6	8	33	42	14	78	0.98
70- 80	5	6	37	47	8	55	0.64
80- 90	6	8	60	80			
90-100	4	4	47	47			
100-110	2	2	30	30			
110-120	1	1	13	13			
TOTAL	76	96	289	347	211	437	8.53

Intensité totale de la coupe: 42 %

FORÊT NORMALE (hypothétique)

PEUPLEMENT A LA FIN DE 22 ANS

(temps de passage)

	Couvert	Nombre de tiges	Volume	Nombre de tiges	Volume
20-30	2271	117	58	120	60
30-40	1961	76	106	71	100
40-50	1463	50	125	54	136
50-60	1321	35	126	39	141
60-70	956	23	126	18	101
70-80	552	12	88	11	78
80-90	400	8	80	5	50
TOTAL	8924	321	709	319	666

(1) Majoré de 20 %, précomptage de chablis (289 + 58 = 347 m³).

Pour répondre à ces questions, nous nous baserons sur les calculs de l'accroissement et du temps de passage que nous venons d'exposer plus haut.

Pour simplifier, nous ne considérerons dans nos calculs que le Sapin, l'essence principale. Le temps de passage de l'Epicéa est sensiblement le même et celui du Hêtre ne s'écarte guère de cette norme.

1° La forêt vierge que nous examinons se présente sous l'aspect d'une futaie jardinée, dont le matériel comprend une suite normale d'un arbre de 115 cm. de diamètre par hectare.

Nous avons mis en évidence, par nos recherches, que la forêt vierge climatique présente une composition à l'hectare sensiblement constante. Il est remarquable d'ailleurs que la courbe fournie par ces données numériques ait une forme très voisine de la « courbe normale » des futaies jardinées donnée par plusieurs auteurs comme un optimum. Il n'y a pas à s'étonner de la valeur que nous trouvons pour K. Cette valeur dépend, en effet, de l'intervalle des diamètres. En calculant K de la courbe normale dressée par M. T. FRANÇOIS, pour des classes de diamètre de 10 en 10 cm., on trouve une valeur de K égale à 1,6 ou 1,7.

Tant en raison de cette coïncidence que parce qu'il s'agit d'une forêt climatique, on peut poser en principe que cette forêt réalise un optimum. Il s'agit, en tous cas, d'un optimum biologique. Celui-ci est-il aussi un optimum de production? Il est probable qu'il s'en rapproche beaucoup. Cependant, il y a, dans la forêt vierge, encombrement de très gros bois dépérissant, à production relativement réduite. En remplaçant ces gros bois par d'autres à accroissement meilleur, on peut élever la production de la forêt.

Dans la coupe déjà effectuée, nous avons fait abattre la plupart des très gros bois, en réservant cependant les plus vigoureux, ceux qui ont le meilleur accroissement. Parmi les arbres conservés, il y en a de 90 cm. de diamètre et plus.

Les opérations doivent tendre à améliorer la production, notamment par l'élimination des très gros bois, tout en maintenant l'optimum biologique. C'est du reste à quoi semble tendre d'elle-même une coupe marquée uniquement avec des préoccupations d'ordre cultural. En effet, le volume après la coupe (voir tableau) indique que, si la composition du peuplement a naturellement changé, les rapports K sont restés sensiblement les mêmes (on retrouve K: 1,5, sauf entre les catégories 30-40 et 40-50, où il paraît y avoir une anomalie). Seules, les très grosses catégories de diamètres ont disparu.

Le fait que ce coefficient K a été respecté dans la coupe permet d'espérer que la forêt écartée par cette coupe de sa « position d'équilibre » climatique, tendra à y revenir, et que, si l'on n'a plus une forêt vierge, on aura au moins une forêt stable, de composition identique à elle-même.

On peut prévoir que la coupe initiale aura eu sur le peuplement les effets suivants :

Elle aura donné au sol forestier une plus forte insolation du fait de la disparition des gros arbres. Donc elle aura activé la production des semis et le recrutement de la catégorie 20-30 qui se trouvera supérieur à ce qu'il était dans la forêt vierge.

L'étalement des cimes et des racines, et à cause de la suppression des gros arbres, l'accroissement en diamètre sera légèrement augmenté, et les temps de passage légèrement raccourcis, surtout pour les catégories inférieures.

Dans la composition future du massif, nous voudrions conserver à la classe de grosseur 70-80 cm. son importance actuelle, telle qu'elle a résulté de la première coupe jardinatoire. La classe immédiatement supérieure subirait, par contre, une diminution au bénéfice des catégories inférieures. Malgré cette modification de structure, le couvert sera légèrement plus élevé qu'autrefois dans la forêt vierge, c'est-à-dire environ 9000 m² à l'ha.

En partant du chiffre de 12 pour la catégorie 70-80 et en admettant K : 1,5, on trouve la composition du peuplement indiquée dans le tableau pour la forêt normale. Compte tenu de l'observation ci-dessus, la surface couverte par les cimes sera, à ce moment-là, probablement plus élevée que dans la forêt vierge, mais l'intensité d'éclairement du sol sera vraisemblablement du même ordre. En tous cas, les conditions biologiques auront certainement peu varié.

2° Nous admettons donc que la prochaine coupe donnera des produits d'environ 90 cm. de diamètre. En fait, nous ne nous sentons pas liés par cette norme, le jardinage cultural faisant passer avant toute considération de chiffres l'état de santé et de vigueur des sujets. Cependant, les produits de la prochaine intervention seront bien de cette dimension, car la forêt dont nous parlons est surchargée de matériel ligneux qu'il n'aurait pas été prudent et sage d'enlever d'une seule fois. Petit à petit la dimension moyenne des arbres exploités s'abaissera à 80 cm. environ.

Etant donné le mode pratique d'exploitation, la prochaine coupe ne pourra être effectuée avant qu'un important matériel ligneux se soit accumulé. C'est la raison pour laquelle nous fixons la rotation à 22-25 ans, qui équivaut au temps de passage. Que les forestiers qui disposent de moyens meilleurs de coupes veuillent bien considérer que leur méthode, excellente en elle-même, ne serait pour nous ni rentable ni même simple exécutable.

Nous devons tenir compte de la mortalité. Celle-ci sera assez grande pour la première rotation, en raison des blessures que l'abattage et la vidange des gros bois de la première coupe ont causées, surtout dans les parties inférieures des arbres.

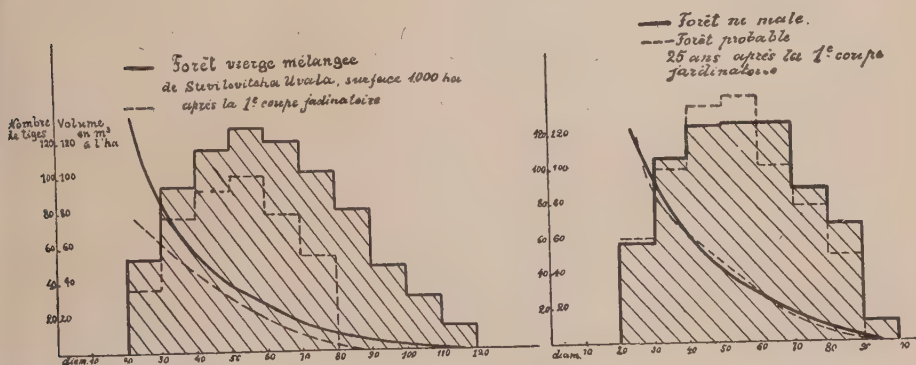
Nous pouvons estimer que le déchet sera plus important pour les gros arbres que pour les petits, mais puisque ces derniers s'accroî-

tront mieux, une fois dégagés, il en résultera une certaine compensation.

C'est pourquoi dans notre tableau nous indiquons des chiffres assez bas pour les classes des gros bois.

Ainsi, les deux peuplements (normal et probable à la deuxième coupe) peuvent, en somme, tous les deux être exprimés par des courbes dont il faudra chercher à s'écarter le moins possible dans la pratique.

Si la chose s'avère exacte, on peut en conclure que le passage de la « forêt vierge » à la « futaie jardinée » serait un problème relativement facile à résoudre.



SIXIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le massif du Klekovatcha-Guermetch, situé dans les Alpes dinariques, est un relief de calcaire et de dolomie karstiques. Les sols, dont nous avons étudié quelques profils, sont entièrement dépourvus de calcaire et neutres. Bien que situé en bordure de la Méditerranée, le climat de ce massif n'est pas méditerranéen. Le régime des pluies accuse le maximum pendant l'automne et l'hiver; la saison la plus sèche est le printemps, la sécheresse estivale est secondaire, mais peut jouer néanmoins un rôle déterminant, à cause de l'élévation des températures. La pluviosité estivale est trop élevée par rapport aux températures pour créer le milieu méditerranéen.

Ce massif est couvert de 160.802 ha de forêts.

On y reconnaît quatre étages climatiques de végétation:

- 1° La Hêtraie montagnarde;
- 2° Les forêts mélangées vierges (Sapin-Epicéa-Hêtre);
- 3° La Hêtraie subalpine;
- 4° Les Pinèdes de Pin Mugho.

Chacun de ces étages a été étudié au point de vue floristique-phytosociologique et de la structure forestière.

Du point de vue phytosociologique, la végétation des trois premiers étages appartient à l'alliance du *Fagion*.

1. L'étage que nous avons spécialement étudié en combinant les méthodes exactes forestières et phytosociologiques est celui de la forêt mélangée. On y distingue plusieurs associations, parmi lesquelles une est capitale parce qu'elle couvre presque la totalité de la surface de cet étage. La végétation de l'étage est très uniforme et est, avant tout, conditionnée par le Hêtre, c'est-à-dire par l'humus du feuillage de cet arbre. Les différences sont dues au relief (exposition, altitude, etc.). Par rapport à l'étendue, le nombre des espèces est faible (au total 120).

L'association principale correspondrait à celle décrite par I. HORVAT, sous le nom de *Fagetum croaticum australe*, dont notre groupement serait une sous-association que l'on pourrait appeler *Fageto-Abietetum croaticum piceetosum*, en raison de la présence de l'Epicéa et des espèces caractéristiques liées à l'Epicéa (*Vaccinio-Piceion*).

D'après la classification des types de forêts, donnée par K. RUBNER, ce serait un type fondamental qu'on pourrait appeler type à *Abies-Aremonia*.

A l'intérieur de cette association principale on distingue plusieurs facies :

1. *Facies normal*, correspondant à la production maximale en matériel ligneux, où le Sapin est à son optimum, à très belles régénérations. (Placette 1 et 5).

2. *Facies à Epicéa-Goodyera*, forêt plus dense que celle du facies précédent.

3. *Facies à Adenostyles*, forêt plus claire et herbeuse que les précédentes, régénération plus difficile. Le matériel ligneux est moins important. L'altitude de ce facies est plus haute.

4. *Facies à Fougères*, matériel ligneux plus faible, forêt plus claire, régénération plus difficile.

On peut considérer ces quatre facies comme type de forêt.

Ces trois derniers facies présentent une transition vers d'autres groupements végétaux, le deuxième vers l'association *Aremonieto-Piceetum*, le troisième vers la Hêtraie subalpine et le quatrième vers la sous-association *Fageto-Abietetum croaticum dryopterietosum* (p. 73).

Du point de vue de la genèse, nos forêts mixtes conservent leurs structure et composition durant un temps pratiquement illimité. La régénération se fait par petites trouées, occasionnées par la mort de vieux arbres. Celle de l'Epicéa et du Sapin se fait le mieux sur les bois pourris, tandis que celle du Hêtre est optimale dans son propre humus.

Ordinairement, on remarque une régénération plus dense du Sapin sous l'Epicéa et de l'Epicéa sous le Sapin.

Dans ces forêts mélangées, le Sapin domine (55 à 65 %), accompagné d'Epicéa (25 à 35 %) et de Hêtre (10 à 20 %). En général, ces forêts sont formées de trois strates arborescentes, la supérieure étant formée par des arbres de plus de 50 m. pouvant atteindre 65 m. de hauteur et 1 m. 90 m. de diamètre (à 1 m. 30); la strate arbustive est formée par le Hêtre.

L'Epicéa et le Hêtre sont toujours subordonnés dans l'étage climatique des forêts mixtes.

Du point de vue forestier, les peuplements mixtes de Sapin, Epicéa, Hêtre, constituent une futaie jardinée avec excès de bois forts portant 650 à 700 m³ et de 300 à 350 tiges à l'ha.

Le cubage le plus élevé par hectare a été observé au fond des cuvettes, où le Sapin est à son optimum.

2. La Hêtraie montagnarde est identique à celle décrite par HORVAT sur d'autres points en Croatie.

3. La Hêtraie subalpine représente un type floristique et phytosociologique, de celle décrite par I. HORVAT, en raison de l'abon-

dance de *Prenanthes purpurea* et du nombre d'espèces subalpines.

4. Les peuplements de Pin Mugho, cantonnés sur les crêtes et sur les versants Nord. L'étage subalpin du Pin Mugho, floristiquement très riche, est caractérisé surtout par le grand nombre d'endémiques. Les versants Sud sont occupés par des landes (surtout à *Genista radiata*).

Nous avons fait une étude spéciale de l'évolution de la végétation de l'étage de la forêt mélangée.

Quand l'équilibre de la forêt est rompu par un cataclysme, la forêt mixte se reconstitue suivant un mécanisme déterminé.

Ces cataclysmes sont dus toujours à l'action humaine (incendie, coupe rase), sauf cas exceptionnel (chablis).

Après incendie, la reconstitution comporte un stade à *Calamagrostis Epigeios*. Ce stade à Graminées joue un rôle très important, parce que l'espèce considérée est un grand obstacle à la renaissance forestière.

Après coupe rase ou chablis, le stade à *Calamagrostis* manque, et il est remplacé par le stade à *Rubus*.

La reconstitution aboutit toujours à des forêts pures équien-nes, qui sont transitoires. Généralement, après incendie, ce sont des forêts pures d'*Epicéa*, après chablis ou coupe rase, ce sont des Sapinières; la Hêtraie ne se forme qu'exceptionnellement, lorsque les conditions locales s'y prêtent. Quand il se forme une forêt pure de Conifères, on observe que les éléments floristiques caractéristiques des *Vaccinio-Piceetalia* apparaissent, mais, transitoirement aussi, comme l'essence qui les a amenés. Parmi ces éléments, *Hieracium transsilvanicum* se distingue par sa fidélité.

Le cycle évolutif complet aboutissant de nouveau à une forêt du type jardiné peut durer deux siècles et même plus.



Nos recherches ont permis de conclure à un traitement et un mode d'aménagement rationnel de ces forêts mélangées.

Traitement. — Les forêts mélangées, Sapin-*Epicéa*-Hêtre, doivent être traitées en futaies jardinées, sans fixer le diamètre maximal, mais en marquant des coupes culturales.

Dans tout le massif étudié, il ne reste que 25.000 ha environ de forêts vierges; dans le reste, la première coupe a été déjà effectuée.

En première coupe, on n'enlèvera que 35 à 40 % du matériel ligneux. Ce pourcentage variera avec l'exposition, état du sol, etc.

Aménagement. — D'après trois procédés différents, nous avons obtenu, pour l'accroissement annuel, par hectare et par an, 10 m³, le temps de passage étant environ de 22 ans pour nos classes de diamètre de 10 à 10 cm.

A cet âge, nous aurions un peuplement cubant 666 m^3 par ha. La forêt normale vers laquelle nous devons tendre devra comporter environ 709 m^3 par ha.

Nous proposons de fixer la coupe prochaine à 25 ans. En exploitant à 25-30 % on pourra récolter environ 220 m^2 de bois à l'hectare.

BIBLIOGRAPHIE

Liste des principaux travaux consultés

- ADAMOVIC (L.). — Die Vegetationsverhaeltnisse der Balkanlaender. Leipzig, 1909, p. 1-568.
- AICHINGER (E.). — *Hoehenstufenumkehr der Vegetation durch Frostloecher in den Karawanken* (Rosenbach). *Forstarchiv*. Juin 1932.
- ALECHINE (W.). — Le problème de la phytocénose avec quelques données nouvelles. *Bulletin de l'Inst. botanique de Moscou*, 1935.
- ALLORGE (P.). — Les associations végétales au Vexin français. *Rev. Gén. Bot.*, 1922.
- ANTONIJEVIC (E.). — O novim smernicama gospodarenja u prasu-mama i prebirnim sumama. *Jugoslovesnka Suma*, 1938, p. 415-479.
- AUBREVILLE (A.). — Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bull. du Comité d'Etudes hist. et scient. de l'Afrique Occid. Franç.* Tome XX, févr.-juin 1937.
- La Forêt de Côte d'Ivoire. Essai de géobotanique forestière. *Bull. du Comité d'Etudes hist. et scient. de l'Afrique Occid. Franç.* Tome XV, n^{os} 2-3, avr.-sept. 1932.
- BARTSCH (J. und M.). — Ueber den natürlichen Gesellschaftsanschluss der Fichte im Schwarzwald. *Allg. Forst. und Jagd Zeitung* 1941, p. 24-3, Frankfurt, p. 30-79.
- BÈGNE (L.). — Contribution à l'Etude de la Végétation Forestière de la Haute-Côte d'Ivoire, Paris, 1937.
- BARTLETT (H.). — The nomenclature of plant Associations. *University of Michigan. Ecology*, vol. 14, 1933, p. 157-162.
- BADOUX (H.) et BURGER (H.). — Recherches sur l'accroissement dans une forêt jardinée et dans un peuplement pur d'Epicéa. *Journal forestier Suisse*. Berne, 1927, n^o 6, p. 140-144, n^o 3, p. 75-78, année 1929.
- BADOUX (H.). — Un exemple du développement progressif d'une forêt jardinée de Sapin et d'Epicéa et de la marche de son accroissement. *Annales de la Station Fédérale de recherches forestières*. Vol. XVI, fasc. I. Zurich, 1930, p. 1-46.
- BADOUX (E.). — Note sur la forêt jardinée de la Rolaz (Vallée de Joux). *Journal forestier suisse*, 1937, n^o 12. Berne, 1937.

- BIOLLEY (H.-E.). — L'aménagement des Forêts. Neuchâtel, 1921, p. 1-90.
- BRAUN-BLANQUET, SISSINGH (J.-G.) et VLIÉGER (J.). — Prodrôme des groupement végétaux. *S.I.G.M.A.*, Montpellier, 1939, p. 1-125.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — Pflanzensoziologie. Berlin, 1928.
- L'association végétale climatique, unité phytosociologique et le climax du sol dans le Midi méditerranéen. *Communication de la S.I.G.M.A.*, n° 25, Montpellier, 1933, p. 715-722.
- La Chênaie d'Yeuse méditerranéenne. Montpellier, *ib.*, n° 45, 1936.
- CAJANDER (A.-K.). — Ueber Waldtypen. Helsingfors, 1909, p. 175.
- CAJANDER (A.-K.) und ILVESSALO (Y.). — Ueber Waldtypen II. *Acta forest. fennica*, 20, 1921. Helsingfors, p. 1-77.
- CAJANDER (A.-K.). — Wesen und Bedeutung der Waldtypen. *Silva fennica*, 15. Helsinki, 1930, p. 66.
- Was wird mit den Waldtypen bezweckt. *Acta forestalia fennica*, 25. Helsinki, 1923, p. 16.
- CAIN (A.). — The climax and its complexities. *The american Midland Naturalist*, vol. 21, 1939, p. 146-181.
- CANDOLLE (Alph. DE). — Géographie botanique raisonnée, 1855, Paris, 1-606.
- CHRIST (H.). — Urwaldreste in den Brünig — Waldungen. *Schw. Zeitschr. für Forstwesen*, 1902.
- CHOUARD (P.). — Observations sur la couverture végétale du modèle karstique. *Bull. de la Soc. Bot. Fr.*, t. 78, 1931, p. 731-736.
- CLEMENTS (F.-E.). — The relict method in dynamic ecology. *The journal of Ecology*, vol. 22. Cambridge, 1934, p. 39-68.
- COOPER (W.-S.). — The climax forest of Isle Royale, lake Superior, and its development. *The Bull. Botanical Laboratory*, 165. Palo Alto, California, 1913, p. 1-36.
- COX (C.-F.). — Alpine plant succession on James Peak Colorado. *Bull. Botanical Laboratory*, Chicago, 1933, p. 300-372.
- CLEMENTS (F.-E.). — Nature and structure of the climax. *The journal of Ecology*, vol. 24. Cambridge, 1936, p. 252-284.
- DELEVOY (G.). — La question forestière au Katanga. Bruxelles, 1928, tome I.
- DU RIETZ (G.), FRIES (Th.-C.-E.), OSWALD (H.) und TENGWALL (T.-A.). — Gesetze der Konstitution natürlicher Pflanzengesellschaften. *Flora och fauna, Upsala*, 1920, 47 p.
- DU RIETZ (G.). — Vegetationsforschung auf sociations-analytischer Grundlage. Upsala. *Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden*, Abt. XI, Teil. 5 p, 293-480. 1930. Berlin und Wien.
- Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Upsala, 267 p.

- DU RIETZ (G.). — Classification and nomenclature of vegetationnits, 1930-1935. *Sartryck ur Svensk Botanisk Tidsskrift*. Bd 30, 4, 3, 1936.
- DIEMONT (W.-H.). — Zur Soziologie und Synoekologie der Buchen — und Buchenmischwaelder der nordwestdeutschen Mittelgebirge. *S. I. G. M. A.*, Montpellier, n° 65, 1938.
- DIMITZ (L.). — Die forstliche Verhaeltnisse Bosniens und der Herzegovina. Wien, 1905.
- DOMIN (K.). — The virgin forest of Boubin with geobotanical remarks on the Sumava Mountains. *Bull. intern. de l'Académie des Sciences de Bohême*, 1927, p. 1-30.
- EMBERGER (L.). — Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull. de la Soc. bot. Suisse*, vol. 46, 1936, p. 614-631.
- La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 1930, p. 38.
- Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. de Bot.*, 45, 1933, p. 14.
- ENGLER (A.). — Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiaerzeit. Leipzig, 1879.
- ERHART (H.). — Traité de Pédologie, tome I. Strasbourg, 1935.
- FAVRE (E.). — Nouvel exemple d'aménagement par la Méthode de contrôle — Forêt de Beveresse. *Annales de la Station Fédérale de Recherches forestières*, XVII° vol. Fasc. I. Zurich, 1931, p. 1-33.
- FIRBAS (F.). — Pflanzensoziologie. *Natur und Museum*, n° 2, 1932. Frankfurt, a. M.
- FLAHAULT (Ch.) et SCHROTER (C.). — Nomenclature phytogéographique. *C. R. III° Congrès international de Botanique*. Bruxelles, 1910.
- FLURY (Ph.). — Ueber den Aufbau des Plenterwaldes. *Mitt. der schweiz. Centralanstalt für das forstl. Versuchswesen*, XV. Band, 2. Heft. Zurich, 1929, p. 305-358.
- Groesse und Aufbau des Normalvorrates im Hochwalde. *Mitt. der schweiz. Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen*, XI. Band. I, Heft. Zurich, 1914, p. 97-148.
- Ueber die Wachstumsverhaeltnisse des Plenterwaldes. *Mitt. der Schweiz. Central. für das forstl. Versuchswesen*, XVIII, t. I. Zurich, 1933, p. 55-152.
- FROEHLICH (J.). — Der sudeuropaeische Urwald und seine Ueberführung in Wirtschaftswald. *Centralbl. f. d. ges. Forstwesen*. Wien, 1930, Jahrg 56, n° 1, p. 1-17; n° 2, p. 19-65.
- FRANÇOIS (T.). — La composition théorique normale des futaies jardinées de Savoie. *Rev. des Eaux et Forêts*, p. 1-18 et 101-115.

- FURRER (E.). — Begriff und System der Pflanzensukzession. *Naturforsch. Ges. in Zurich*. Vol. LXVII, 1922.
- GAMS (H.). — Die Stellung der Waldtypen im Vegetationssystem. — *Forstarchiv. Hannover*, n° 4, 1933, p. 7.
- GORDON (R.-B.). — The primary forest types of the East-Central States. *The Ohio State University Press*, 1922, p. 42-52.
- GROSSHEIM (A.-A.). — Analyse de la flore du Caucase. Bakou, 1936, p. 1-257.
- GRISEBACH (A.). — Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Leipzig, 1884, p. 594.
- Ueber den Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren. Goettingen, 1938.
- GUINIER (Ph.). — Le Roc de Chère. *Revue Savoisienne*, 1906, Annecy, p. 1-124.
- L'Enseignement à l'E. des E. F. *Ann. de l'Ecole Nat. des Eaux et Forêts*, p. 225-261.
- Rôle des végétaux hétérotrophes dans les premiers stades de l'évolution des forêts d'origine récente. *C. R. Biol.*, t. CXVIII, 1935, p. 999.
- GUINOCHET (M.). — Observations sur la végétation des étages montagnards et subalpin dans le bassin du Giffre (Haute-Savoie). *Rev. Gén. de Bot.* Paris, 1940, p. 1-78.
- GINZBERGER (A.) and MALY (K.). — Excursion in die illyrischen Laender. Wien, 1905, p. 156.
- HARPER (R.-M.). — The coniferous forests of Eastern North America. *Popular Science Monthly*, 1914, p. 329-361.
- HARTMANN (F.-K.). — Aufbau, Verbreitung, Haushalt natürlicher Fichtenwaldgesellschaften. *Forstarchiv*, 1932, Hannover.
- HEIMBURGER (C.-C.). — Forest-type studie in the Adirondack region. *Cornell University, Ythaca, New-York*, 1934, p. 1-122.
- HILITZER (A.), ZLATNIK (A.). — Résultats des observations micro-climatiques dans les associations du terrain calcaire de la vallée « Radotinskéudoli, près de Pragues. *Preslia*, vol. VII. Praha, 1928, p. 69-93.
- HORVATITCH (S.). — Soziologische Einheiten der Niederungswiesen in Kroatien und Slavonien. *Acta Botanica*, vol. V. Zagreb, 1930, p. 57-118.
- La flore et la végétation du Karst. *Le Karst Yougoslave*, 1928. Zagreb, p. 44-65.
- HORVAT (I.). — Vegetationsstudien in der kroatischen Alpen. Zagreb, 1930, p. 1-88.
- Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien. *Anneles experimentis Forestis*, 6. Zagreb, 1938, p. 127-279.
- HUFFEL (G.). — Economie forestière. Tome II. Paris, 1919, p. 1-501. Tome III, Paris, 1926, p. 1-157.

- HUMBERT (H.). — Végétation de l'Atlas saharien occidental. *Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du N.*, t. XIX, juin 1928.
- HUGUET DEL VILLAR (E.). — Geobotanica. Barcelona, 1929, p. 1-339.
- ILINSKI (A.-P.). — La végétation du globe. *Edition de l'Académie des Sciences*, Moscou-Leningrad, 1937, p. 1-458.
- ILVESSALO (Y.). — Vegetationsstatistische. Untersuchungen über die Waltypen. *Acta Forestalia Fennica* 20. Helsinki, 1922, p. 1-73.
- JACCARD (P.). — Considération sur le coefficient générique et sa signification floristique et phytosociologique. *Bull. de la Soc. Botan. de France*, t. 76. 1929. Paris.
- KERNER (A.). — Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck, 1863, p. 348.
- KOCH (F.). — Géologie du Karst. *Le Karst Yougoslave*. Zagreb, 1928, p. 13-27.
- KOBENDZA (R.). — Les rapports phytosociologiques dans l'ancienne grande forêt de Kampinos. *Flore de la Pologne*, vol. II. Varsovie, 1930.
- KONOVALOFF (N.-A.). — Description des types de forêts du massif forestier de Briansk. Leningrad, t. 65, 1936, p. 372-404.
- KORTCHAGINE (A.-A.). — Types de forêt dans le gouvernement de Vologda. *Bull. de phytosociologie et phytogéographie*, Leningrad, 1929, p. 287-327.
- KUJALA (V.). — Einfluss von Waldbraenden auf die Waldvegetation. *Comm. ex Instit. quaest forest. Finlandiae*, 10. Helsinki, 1926, p. 1-41.
- KUJALA (V.). — Untersuchungen über Walddtypen in Petsamo. *Inst. quaestionum forestalium finlandiae*. Helsinki, 1929.
- KYLIN (H.). — Ueber Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensoziologie. *Botaniska Notiser*. Lund, 1926, p. 81-180.
- LECOQ (H.). — Etude sur la géographie botanique de l'Europe, t. I, p. 1-521, 1854.
- LINKOLA (K.). — Zur Kenntnis der Walddtypen Eestis. *Acta forestalia fennica*, 34. Helsinki, 1929, p. 1-73.
- LIPPMAA (T.). — La méthode des associations unistrates et le système écologique des associations. *Acta Inst. et Horti Botanici Univ. Tartuensis (Dorpatensis)*, vol. IV, Fasc. 12, 1934, p. 8.
- LITARDIÈRE (R. DE) et MALCUIT (G.). — Le massif du Renoso, Paris, 1926, p. 1-143.
- LUQUET (A.). — Les associations végétales du Massif des Monts-Dores. Thèse doctorat ès Sc., Paris, 1926.
- LUEDI (W.). — Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. Bern., 1930, 527-728.
- MATTFELD (J.). — Das Areal der Weiss-Tanne. *Mitt. der Deutsch. Dendr. Ges.*, n° 37, 1926.

- MAUWE (K.). — Ueber Bestandsaufbau, Zuwachsverhaeltnisse und Verjüngung im galizischen Karpathenwaldt. *Mitt. aus Forstwirtsch. und Forstwissenschaft*, 1931.
- MEYER (H.-A.). — Die rechnerischen Grundlagen der Kontrollmethoden. Zurich, 1934.
- MILETITCH (Z.). — La forêt du Karst boisé. *Le Karst Yougoslave*, 1928. Zagreb, p. 74-84.
- MOROZOFF (G.-F.). — Etude des types de peuplements. Moscou, 1930.
- MULLER (K.-M.). — Aufbau, Wuchs und Verjüngung der Südosteuropaeischen Urwaelder. Hannover, 1929.
- NEGRI (G.). — Le unità ecologiche fondamentali in Fitogeografia. Torino, 1914.
- NORDHAGEN (R.). — Versuch einer neuen Einteilung der subalpin-alpinen Vegetation Norwegens. *Bergens Museums, Arbok* 1936.
- PALMGREN (A.). — Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. *Acta Forestalia Fennica*, 22, 1922. Felsingfors, 1922.
- PACZOSKI (J.). — Die biologische Struktur des Waldes « *Sylwana* », Lwow, 1928. Tome I, p. 1-29 ; tome II, p. 1-38.
- PACZOSKI (J.). — Lasy Bosni. « *Sylwana* », XLVII, 1929. Lwow, p. 50.
- La végétation de la forêt de Bialowieza. Varsovie, 1928, p. 87.
- PERRIER DE LA BATIE (H.). — La végétation malgache. *Annales du Musée Colonial de Marseille*, 1921, 21^e année, 3^e série, 9^e volume.
- PERRIN (H.). — Impressions forestières de Yougoslavie. *Revue des Eaux et Forêts*, 1932.
- POUND (R.) et CLEMENTS (F.-E.). — A method of determining the abundance of secondary species Minnesota Botanical Studies, 1898.
- RADULESCU (A.-V.). — Wuchs-Leistung, Nutzung und Verjüngung der urwüchsigen Buchenbestände in den Karpathen. Bucuresti, 1937, p. 1-112.
- RAUNKIAER. — The life forms of plants and statistical plant geography being the collected papers of Raunkiaer. Oxford, 1934.
- ROMELL, Lars. GUNNAR. — Physionomistiek et écologie raisonnée. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 1920.
- REINHOLD (F.). — Versuch einer Einteilung und Uebersicht der natürlichen Fichtenwälder (*Piceion excelsae*) Sachsens. *Tharandter Forstliches Jahrbuch*. Band, 90. 1938, p. 229-271.
- RUEBE (E.). — Pflanzenfiesellschaften der Erde. Zurich, 1930.

- RUBNER (K.). — Das natürliche Waldbild Europas. *Zeitsch. f. Weltforstwirtschaft*. Tharandt, p. 68-155.
- Holzartenwechsel. *Forstarchiv*, 1932, 1-7.
- Die Pflanzengeographisch. — Oekologischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm, 1934, p. 494.
- SCHÖENICHEN (W.). — Deutsche Waldbäume und Waldtypen, Jena, 1933, p. 1-208.
- SIGMOND (H.). — Die Waldtypenlehre und ihre Anwendung. *Natur und Heimat*, n° 2, 1932, p. 1-19. Prag.
- SMIRNOVA (E.-N.). — Associations forestières de la partie Nord-Ouest de la région de Leningrad. *Trav. de l'Inst. des Sc. Nat. de Peterhof*, n° 5, 1928, p. 119-264.
- SOKOŁOWSKI (M.). — Résultats des recherches sur le parcours de la limite supérieure des forêts dans le Tatra. *Congrès intern. de Sylviculture*, 1926.
- SOUKATCHEFF (V.). — Manuel pour l'étude des types de forêts. Moscou, 1930, p. 1-318.
- STEBUTT (A.). — Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. Berlin, 1930, p. 1-518.
- SZAFER (W.), PAWŁOWSKI (B.) et KULCZYŃSKI. — Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. I mémoire, 1923. 1-66 p. *Acad. Polonaise des Sciences*.
- TANSLEY. — Types of British Vegetation. Cambridge, 1911.
- TCHERNIAVSKY. — Histoire post-glaciaire des forêts de Vlasina. Belgrade, 1938.
- TREGUBOV (S.). — Etude forestière sur le *Picea Omorica* Panc. *Annales de l'Ecole Nat. des Eaux et Forêts*, t. V, fasc. 2, 1934. Nancy, p. 1-68.
- TSCHERMAK (L.). — Einiges über den Wald von waldbaulichen Gesichtspunkten. *Centralbl. f. d. Forstw.*, 1910.
- TURESSON (G.). — Die Pflanzenart als Klima Indikator. *Kungl. Fysiografiska Sällskapet i Lund foerhandlingar*. Lund. 1932, p. 36-39.
- TUEXEN (R.) et DIEMONT (H.). — Klimaxgruppe med Klimaxschwärm. *Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover*. Hannover, 1937, p. 75-87.
- TUEXEN (R.). — Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitteil. der Flor. Soz. Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen*, n° 3, 1937, p. 170.
- VAJDA (Z.). — Etude de la répartition naturelle et de la croissance de l'Epicéa dans les peuplements à Gorski Kotar. *Jumarski List*, 1933.
- VOLKMAR-VARESCHI. — Die Gehölztypen des obersten Isartales. Universitäts-Verlag Wagner Innsbruck, 1931.

- WACLAW NIEDZIALKOWSKI (Dr). — Réserves du Sapin dans la forêt domaniale de Luscow. Etude phytogéographique et forestière. *Inst. de Rech. des forêts domaniales Pologne*, série A, n° 13. Varsovie, 1935.
- WALTER (A.). — Das Plenterprinzip in der Schweizerischen Forstwirtschaft. *Supplément aux organes de la Société forestière Suisse*. Bern. 1937
- WALTER (H.) et ALECHIN (W.). — Eléments de la Géographie Botanique. Moscou-Leningrad, 1936.
- WEAVER (J.-E.) et CLEMENTS (F.-E.). — Plant Ecology. New-York, 1929, p. 1-520.
- WATT (A.-S.) et TANSLEY (A.-G.). — British Beechwoods. *Veroeffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel*. Zurich, 1932, p. 1-69.
- ZIMMERMANN (N.). — Grundfragen der Pflanzensoziologie (Sammelreferat), 1926.
- ZLATNIK (A.) et ZVORYKIN (I). — Studien über Staatswälder in Podkarpatsk Rus. I, II, III. *Recueils de travaux des Inst. des Rech. agronomiques de la Tchécoslovaquie*. Vol. 125, p. 1-130. Praha, 1935.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	7
I. — PREMIÈRE PARTIE. — LE MILIEU.	
1. — <i>Situation du territoire étudié</i>	11
2. — <i>Géologie et pédologie des massifs</i>	12
3. — <i>Climat.</i>	15
4. — <i>Influence de l'homme et des animaux</i>	20
5. — <i>Les étages de végétation</i>	23
II. — DEUXIÈME PARTIE. — METHODES D'ETUDES.	
1. — <i>La méthode de BRAUN-BLANQUET</i>	26
2. — <i>La méthode de DU RIETZ</i>	29
3. — <i>Autres points de vue</i>	29
4. — <i>Les types de forêts</i>	31
III. — TROISIÈME PARTIE. — ETUDE BOTANIQUE ET FORESTIERE DES FORETS VIERGES.	
I. — ETUDE DE L'ÉTAGE DES FORÊTS MIXTES. SAPIN-EPICÉA-HÊTRE.	
<i>Etude botanique:</i>	
Généralités.	33
Etude phytosociologique	37
Remarques sur l'Epicéa	40
<i>Etude forestière:</i>	
A) Massif de Klekovatcha.	
Cuvette de Stévilovitcha	41
Structure de la forêt sur des grandes surface.	42
Etude des arbres modèles	48
Etude des placettes d'essai dans la cuvette de Stévilovitcha	53
Autres cuvettes	66
B) Massif du Guermetch	
Les bas-fonds.	69
	73

II. — ETAGES DES HÉTRAIES.	
<i>Etage de la Hétraie montagnarde</i>	75
<i>Etage de la Hétraie subalpine</i>	75
III. — ETAGE DU PIN MUGHO.	
REMARQUES GÉNÉRALES SUR LES FORÊTS VIERGES	81
IV. — QUATRIÈME PARTIE. — EVOLUTION DE LA VEGETATION.	
I. — <i>Evolution de la végétation après incendie</i>	85
II. — <i>Evolution après coupes rases</i>	90
III. — <i>Evolution après coupes jardinatoires</i>	94
IV. — <i>Remarques sur le Pin sylvestre</i>	95
V. — CINQUIÈME PARTIE. — TRAITEMENT ET AMENAGEMENT EN FONCTION DE NOS RECHERCHES.	
<i>Traitement</i>	97
<i>Aménagement.</i>	97
VI. — SIXIÈME PARTIE. — CONCLUSIONS GENERALES ...	105
BIBLIOGRAPHIE.	109

TABLEAUX PHYTOSOCIOLOGIQUES

TABLEAU N° 1. — FORET MIXTE VIERGE (Abies-Picea-Fagus) [Suite]

[illegible]

TABLEAU N° 2. — HETRAIES VIERGES [Suite]

SUBALPINES

MONTAGNARDES

T.B.

Arbres en voie de régénération

P	Abies alba Miller	1.1	+	+	+	+	+	+	1.1	+	+	1.1	.
P	Picea excelsa (Lam.) Link.	1.2	3.3	2.2	1.1	.	+	+	1.1	+	1.1	+	.
P	Fagus silvatica L.	3.3	1.1	+	2.2	.	+	+	1.2	+	3.2	+	1.3
P	Acer pseudo-platanus L.	1.2	+	+	1.1	.	+	+	1.1	2.2	+	+	.
P	Ulmus scabra Miller	(+)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P	Fraxinus excelsior L.	2.2	1.1	+	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.

Espèces de la hêtraie

P	Lonicera alpigena L.	.	.	+	.	.	+	+	.	1.1	2.3	1.1	+	1.2
P	Rhamnus fallax Boiss.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	1.1	+	+	.
P	Sorbus aucuparia L.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1.1	+	+	.
P	Daphne Mezereum L.	1.1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.
P	Evonymus verrucosa Scop.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P	Ilex Aquifolium L.	(+)	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Espèces des forêts d'Epicea

P	Lonicera nigra L.	(+)	+	1.2	+	.	+	.	.	.	1.1	.	+	.
P	Rosa pendulina L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.2	.	.	.
Ch	Rubus fruticosus s. l.	1.2	.	1.1	1.3	1.3	+	+	1.2	4.3	+	+	+	.
P	Rubus idaeus L.	.	.	.	.	.	.	+	3.3	1.1	+	.	.	.

STRATE HERBACEE

Couvert (en %)	40	20	60	50	90	80	100	80	90	95	100	100	100
----------------	----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	-----	-----	-----

Préférantes de la hêtraie

G	Asperula odorata L.	2.2	(+)	2.3	2.3	1.2	1.2	+	1.1	2.3	2.2	1.2	1.2
H	Auremonia agrimonioïdes (L.) Dc.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	+	.	1.1	1.1	1.2	1.2
Ch	Lamium Galeobdolon (L.) Crantz	(+)	1.2	2.3	2.3	3.3	1.2	3.3	1.3	(+)	+	1.2	1.2
Ch	Euphorbia amygdaloides L.	.	1.2	1.2	+	.	1.2	(+)	+	.	1.2	1.2	1.2
G	Cardamine bulbifera (L.) Crtz.	.	1.2	+	+	.	.	1.2	.	+	+	.	.

TABLEAU N° 2. — HETRAIES VIERGES [Suite]

T.B.	MONTAGNARDES										SUBALPINES									
G	Mercurialis perennis L.	(+)	1.2	+	1.2	+	+	+	+	+	1.1	+	(+)	+	1.2					
H	Sanicula europæa L.	3.2	2.3	+	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Carex silvatica Huds.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Lactuca muralis Fres.	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Asarum europæum L.	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Festuca silvatica L.	1.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
G	Paris quadrifolia L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Epilobium montanum L.	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Symphytum tuberosum L.		2.1	1.1	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Actaea spicata L.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Ch	Ruscus hypoglossum L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Dryopteris lobata L.	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Salvia glutinosa L.	+	2.1	1.1	2.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Galanthus nivalis L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Melica nutans L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Lathyrus vernus (L.) Bernh.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
G	Viola silvestris Lam.	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Elymus europæus L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
G	Anemone nemorosa L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Melandrium rubrum (W.) Gareke		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
G	Cardamine enneaphyllos Crtz...		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Cardamine trifolia L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Ranunculus lanuginosus L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Anemone Hepatica L.	1.2	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Carex digitata L.	2.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>Espèces différentielles de la hêtraie subalpine</i>																				
G	Prenanthes purpurea L.	(+)	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Mulgedium alpinum (L.) Less.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Ch	Stellaria nemorum (L.)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Lathyrus luteus (L.) v. carn. Beck.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Veronica urticæfolia Jacq.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Ranunculus platanifolius (L.)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Thalictrum aquilegifolium L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
H	Adenostyles Alliaræ (G.) Kern.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					

TABLEAU N° 2. — HETRAIES VIERGES [Suite]

T.B.

		Espèces des forêts d'Epicea											
H	Doronicum austriacum Jacq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Chaerophyllum aureum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Rumex arifolius L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Heracleum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Aconitum Vulpariae Rechb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Astrantia elatior Friv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Espèces des forêts d'Epicea</i>													
H	Galium rotundifolium L.	1.3	+	+	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch	Vaccinium Myrtillus (L.)	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Luzula silvatica (Huds.) Gaud.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Doronicum Columnæ Ten.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Compagnes</i>													
G	Dryopteris Filix mas Rich.	(+)	+	1.1	1.1	3.2	.	.	.	.	.	.	1.2
H	Oxalis acetosella L.	(+)	1.3	2.3	1.3	1.3	.	.	.	.	.	.	.
H	Fragaria vesca L.	+	.	(+)	2.3	2.3	.	.	.	.	.	.	.
T	Geranium Robertianum L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Ajuga reptans L.	.	+	+	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
H	Senecio nemorensis L.	.	+	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
H	Polygonatum verticillat. (L.) All.	.	+	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
H	Saxifraga rotundifolia L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Solidago virga aurea L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	Cirsium Erisithales (Jacq.) Scop.	.	+	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.
H	Chrysosplenium alternifolium L.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
T	Impatiens Noli tangere L.	.	.	.	.	5.4	.	.	.	.	.	.	.
H	Lunaria rediviva L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
STRATE MUSCINALE													
		5	5	30	70	0	0	0	0	0	0	0	0
		Couvert (en %)											
		1.5	1.5	2.5	2.5	+	+	+	+	+	+	+	+
		Hypnum molluscum Huds.											
		+	+	1.5	4.5	+	+	+	+	+	+	+	+
		Eurhynchium striatum B. E.											

TABLEAU N° 3

VEGETATION DES BAS-FONDS DANS LES FORETS MIXTES VIERGES

	S. ASS.			ASS. A TELEKIA	ACERETO- FAGETUM	
Numéro du relevé	64	2	69	17a	17	33
Date.	28.9	26.6	29.9	24.7	24.7	13.8
Parcelles.	100	466	108	283	283	257
N° de la placette d'essai					K1.7	
Altitude (en m.)	1500	1200	1380	1000	860	850
Exposition.	N	.	.	N.E.	.	.
Pente (en degrés)	5	0	0	5	0	0
Surface du relevé (en m2)	400	100	400	100	800	800
Roche-mère.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.
Affleurement de la R.-m. (en %).	10	0	0	0	0	5
Profil du sol: couche A1.....	10	20	10	10	10	5
— — couche A2.....	20	20	10	10	10	10
— — couche B	25	100	100	100	100	100

T.B.

STRATE ARBORESCENTE

	Couvert (en %)	40	.	10	0	40	30
	Diam. (en cm.)	70	.	60	.	70	26
	Hauteur (en m.)	38	.	40	.	35	20
P	<i>Abies alba</i> Miller	1.1	.	.	.	.	.
P	<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link.	3.1	.	1.1	.	(+)	3.3
P	<i>Fagus silvatica</i> L.	.	.	.	.	+	+
P	<i>Acer pseudo-platanus</i> L.	.	.	.	+	3.2	+
P	<i>Ulmus scabra</i> Miller	.	.	.	.	1.1	.
P	<i>Salix caprea</i> L.	.	.	.	.	.	+

STRATE ARBUSTIVE

	Couvert (en %)	20	20	0	0	10	10
	Hauteur (en m.)	1.5	1.5	.	.	1.5	1.5
P	<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link.	+	+	.	.	1.3	1.2
P	<i>Fagus silvatica</i> L.	2.3	1.1	.	.	+	+
P	<i>Lonicera alpigena</i> L.	+	1.2	.	.	.	.
P	<i>Lonicera Xylosteum</i> L.	.	1.1	.	.	.	+

STRATE HERBACEE

	Couvert en %.....	80	100	100	100	100	100
--	-------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

Espèces préférées de la hêtraie

G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	1.1	+	.	+	+
Ch	<i>Lamium Galeobdolon</i> (L.) Crantz	3.3	.	1.2	.	.	+
H	<i>Actæa spicata</i> L.	.	.	1.1	+	+	1.1
H	<i>Aremonia agrimonioides</i> (L.) D.C.	1.2	.	1.2	+	.	.

TABLEAU N° 3
(Suite)

VEGETATION DES BAS-FONDS DANS LES FORETS MIXTES VIERGES

T.B.		S. ASS.			ASS.		
H	Aconitum Vulparia Rehb.	+	.	.	1.1	.	1.2
H	Asarum europæum L.	.	1.3	.	+	.	+
G	Cardamine bulbifera (L.) Crtz. .	.	.	+	1.1	.	.
G	Allium ursinum L.	.	.	.	+	4.4	1.2
H	Festuca silvatica L.	.	.	+	.	+	.
G	Anemona nemorosa L.	+	.	.	+	.	.
<i>Espèces diverses</i>							
G	Dryopteris Filix mas Rich.	5.4	5.4	2.3	1.2	2.2	3.4
H	Athyrium Filix femina Roth. .	1.2	2.4	5.4	1.2	3.3	3.4
H	Mulgedium alpinum (L.), Less.	2.2	1.2	.	1.1	1.2	1.2
H	Myosotis silvatica Hoffm.	2.3	1.3	(+)	+	.	1.3
T	Geranium Robertianum L.	1.3	+	.	1.3	1.2	1.3
H	Doronicum austriacum Jacq. ...	+	.	+	1.2	2.3	1.3
H	Telekia speciosa (Schreb.) Baum.	.	.	+	5.5	1.2	+
H	Urtica dioica L.	.	.	(+)	1.1	1.2	1.2
Ch.	Stellaria nemorum L.	1.3	.	4.3	3.4	4.4	.
H	Adenostyles Alliarie (G.) Kern.	+	.	2.2	1.1	1.3	.
H	Senecio nemorensis L.	.	1.1	.	1.1	2.2	2.2
H	Oxalis acetosella (L.)	2.3	1.3	3.2	1.2	.	.
Ch	Vaccinium Myrtillis L.	+	1.5	1.3	.	.	.
H	Ajuga reptans L.	.	+	1.2	+	.	.
H	Saxifraga rotundifolia L.	2.2	1.2	.	+	.	.
Ch.	Rubus fruticosus s. l.	1.3	1.1	.	.	.	1.2
H	Angelica silvestris L.	.	.	+	+	.	+
H	Geranium phæum L.	.	.	.	1.2	1.2	1.2
H	Peucedanum austr. (Jacq.) Koch.	.	.	.	+	1.2	1.1
H	Cirsium canum (L.), All.	.	.	.	1.2	1.3	+
T	Impatiens Noli tangera L.	.	.	.	.	1.2	3.3
H	Lamium maculatum L.	.	.	.	.	1.2	2.2
H	Veratrum album L.	.	.	.	.	1.2	+
H	Stachys spec.	.	.	.	1.2	.	1.2
H	Chrysosplenium alternifolium L.	.	1.2	.	.	2.3	.
G	Circæa alpina L.	(+)	.	.	.	.	1.3
H	Fragaria vesca L.	2.3	.	1.2	.	.	.

STRATE MUSCINALE

Couvert (en %)	0	40	0	0	10	0
Hypnum triquetrum L.	+	3.5	+	.	+	.
Thuidium tamariscinum B.E. .	+	+	+	.	+	.

TABLEAU N. 4 — EVOLUTION DE LA VEG

STADE CALAMAGROSTIS							
Numéro du relevé	52	57	56	45	44	82	83
Date.	25.9	25.9	25.9	24.9	17.8	4.10	4.10
Parcelles.	333	317	317	243	358	358	358
Altitude (en m.)	1480	1310	1300	1170	1100	1060	1020
Exposition.	S	W	E	S.E	.	S	E
Pente (en degrés)	26	10	6	15	0	10	14
Surface du relevé (en m2)	400	100	100	200	400	100	100
Roche-mère.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.
Affleurement de la roche-mère (en %).	80	70	70	70	60	80	80
Profil du sol: couche A1.	.	0	0	0	0	0	0
— — — A2.	5	3	2	5	5	5	5
— — — B.	15	15	15	20	20	20	20
Date de l'incendie	1930	1927	1927	1917	1917	1917	1917

T.B.

STRATE ARBORESCENTE

	Couvert (en %)	.	.	.	.	.	.
	Diam. (en cm.)	.	.	.	.	.	.
	Haut. (en m.)	.	.	.	.	.	.
P	Abies alba Mill.	.	.	.	.	.	.
P	Picea excelsa (Lam.), Link.	.	.	.	.	.	.
P	Fagus sylvatica L.	.	.	.	.	.	.

STRATE ARBUSTIVE

	Couvert (en %)	3	20	.	5	.	5
	Haut. moyenne (en m.)	.	1.5	.	.	.	.

Arbres en voie de régénération

P	Abies alba Miller	.	.	.	.	.	.
P	Picea excelsa (Lam.), Link.	.	.	.	.	.	.
P	Fagus sylvatica L.	.	.	.	.	.	.
P	Acer pseudo-platanus L.	+	.	.	.	.	.
P	Ulmus scabra Miller	.	.	.	.	.	.

Préférantes de la hêtraie

P	Sorbus aucuparia L.	+	.	.	+	.	.
P	Lonicera alpigena L.	.	.	.	.	.	.
P	Rhamnus fallax Boiss.	.	.	.	+	.	.
P	Daphne Mezereum L.	.	.	.	.	.	.
P	Ribes alpinum L.	.	.	.	.	.	.

Espèces des forêts d'Epicea

P	Lonicera nigra L.	.	.	.	.	.	.
P	Rosa pendulina	.	.	.	.	.	.

Espèces transitoire

Ch	Rubus fruticosus s. l.	.	.	+	2.4	+	2.3
P	Rubus idaeus L.	.	+	+	.	.	1.2
P	Salix caprea L.	+	1.2	.	+	+	1.1
P	Populus tremula L.	.	2.2	.	.	.	+
P	Sambucus racemosa L.	.	.	.	.	+	.

STRATE HERBACEE

	Couvert (en %)	100	100	100	100	100	100
--	----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Espèces de hêtraies

H	Aremonia agrimonioides (L.) Dc.	+	.	.	.	+	.
Ch	Euphorbia amygdaloïdes L.	.	1.2	1.2	.	+	.
H	Lactuca muralis Fres.	.	.	.	.	.	.
H	Asarum europaeum L.	.	.	.	.	.	.
H	Sanicula europaea L.	.	.	.	.	.	.
H	Viola silvestris Lam.	.	.	.	.	.	.
H	Carex silvestris Lam.	.	.	.	.	.	.
Ch	Lamium Galeobdolon (L.) Crantz.	.	.	.	.	.	.
H	Dryopteris lobata L.	.	.	.	.	.	.
G	Prenanthes purpurea L.	.	.	.	.	.	.
H	Melica nutans L.	.	.	.	.	.	.
G	Symphytum tuberosum L.	.	.	.	.	.	.
G	Asperula odorata L.	.	.	.	.	.	.
H	Pulmonaria montana Lej.	.	.	.	.	.	.
G	Polygonatum multiflorum (L.) All.	.	.	.	.	.	.
G	Paris quadrifolia L.	.	.	.	.	.	.
Ch	Ruscus hypoglossum L.	.	.	.	.	.	.
G	Cardamine bulbifera (L.) Crtz.	.	.	.	.	.	.
H	Actaea spicata L.	.	.	.	.	.	.
G	Lathyrus vernus (L.) Bernh.	.	.	.	.	.	.

RES INCENDIE

E A RUBUS

RECONSTITUTION DE LA FORET

46	84	43	28	85	42	62	28a	94	87	93	88	67	63	66
24.9	4.10	26.8	10.8	4.10	23.8	28.9	10.8	28.10	5.10	28.10	5.10	29.9	28.9	29.9
306	356	356	169	356	356	82	169	198	290	200	200	120	82	120
1220	1100	1100	1175	1060	1100	1240	1175	870	1100	870	1100	1380	1260	1330
S	N	W	W	N	W	N	W	E	S	E	N	W		
15	18	5	5	20	5	22	5	10	17	15	17	5	5	0
100	400	100	200	100	200	100	200	400	400	400	200	400	200	800
calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	dol.	dol.	dol.	calc.	calc.	calc.
70	70	40	10	40	20	30	10	40	0	0	0	40	5	15
0	0	0	0	3	2	3	5	3	3	5	5	5	5	5
20	30	30	20	30	30	20	20	30	30	35	30	30	30	30
20	30	30	20	30	30	20	20	30	30	35	30	30	30	30
1917	1917	1917	1907	1917	1917	1915	1907	1880	1840	1840	1880	1700	?	1700
pour-tour		pour-tour		pour-tour	pour-tour	pour-tour	pour-tour					(?)	?	(?)
.	.	.	.	90	90	80	100	80	80	70	80	80	70	70
.	.	.	.	6	5	12	14	20	26	30	40	60	60	70
.	.	.	.	6	5	8	10	20	22	25	30	35	34	36
.	.	.	.	3.1	1.2	5.5	3.3	5.5	5.2	4.2	5.1	(+)	4.1	5.1
.	.	.	.	4.2	5.5	+	2.4	.	+	+	1.1	2.1	+	+
100	30	20	30	20	5	5	15	0	5	50	10	60	30	20
1.5	4	1	1	1	1	1	5	1	1.5	3	1	3	1	1
1.1	.	+	+	1.1	.	.	.	+	1.2	3.1	+	4.2	.	2.1
1.1	2.2	.	1.1	+	.	.	+	+	.	1.2	1.1	.	2.3	.
+	+	.	1.1	+	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+
+	.	.	3.3	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	+	+	+
.	.	2.2	+	.	+	.	+	+	.	+	+	.	+	+
.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+
.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	+	1.1	1.1	.	1.2	1.2
.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+
2.3	3.3	2.3	1.2	1.1	12	.	.	+	1.1	+	.	+	.	.
5.5	2.2	1.2	+	+	.	(+)	2.4	.	.	+	.	.	.	.
+	2.2	.	+	.	+	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.
2.2	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
70	90	90	30	20	20	20	5	50	30	40	60	30	80	70
1.1	+	1.1	1.2	+	+	+	+	1.2	+	1.2	1.2	+	1.2	+
.	+	1.2	+	+	+	+	+	1.1	+	1.1	+	+	+	(+)
.	+	2.2	1.3	1.2	1.3	.	1.1	1.1	+	1.2	2.2	.	.	(+)
.	+	.	+	+	+	.	+	2.2	+	+	2.3	+	+	+
.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+
.	.	2.2	+	+	2.2	.	.	.	.	.	1.3	1.2	1.2	2.3
.	.	.	1.1	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+
.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	(+)
.	.	.	1.2	.	.	.	+	+	.	2.2	+	.	.	.
.	.	.	1.2	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.
.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.

TABLEAU N. 4. — EVOLUTION DE LA VE
STADE A CALAGROSTIS

T.B

Espèces des forêts d'Epicea

Ch	Vaccinium Myrtillus L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Galium rotundifolium L.	.	.	+	.	.	.	.
H	Hieracium transsilvanicum Heuff. ..	.	.	.	.	.	.	.
H	Luzula luzulina (Will.) Dalla Torre ..	.	.	.	.	.	.	.
H	Pirola uniflora L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Pirola secunda L.	.	.	.	.	.	.	.
T	Melampyrum angustissimum Beck ...	.	.	.	.	.	.	.
H	Doronicum Columnæ Ten.	.	.	.	.	.	.	.
H	Goodyera repens (L.) R.	.	.	.	.	.	.	.
G	Orchis maculata L.	.	.	.	.	.	.	.
Ch	Lycopodium annotinum L.	.	.	.	.	.	.	.

Compagnes

(au sens employé Tableau I)

G	Dryopteris Filix mas Rich	.	.	.	.	.	.	.
H	Senecio nemorensis L.	.	.	.	.	+	+	.
H	Oxalis acetosella L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Ajuga reptans L.	.	.	.	.	.	.	+
T	Geranium Robertianum L.	.	+	+	.	+	.	.
H	Gentiana asclepiadea L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Solidago virga aurea L.	+	1.1	.	1.2	.	.	.
G	Pteris aquilina L.	.	.	.	.	.	1.1	.
H	Salvia glutinosa L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Cirsium Erisithales (Jacq.) Scop.	.	.	.	.	.	.	.
Ch	Moehringia mucosa L.	.	.	.	.	.	.	.
H	Athyrium Filix femina Roth.	.	.	.	.	.	.	.
H	Scolopendrium vulgare Sm.	.	.	.	.	.	.	.
H	Myosotis silvatica Hoffm.	.	.	.	.	.	.	.

Espèces transitoires

H	Calamagrostis Epigeios (L.) Roth.	2.3	3.4	3.5	4.5	4.5	4.5	5.5
H	Epilobium angustifolium L.	5.3	4.3	3.4	3.3	3.3	2.3	1.1
H	Fragaria vesca L.	.	3.3	2.3	2.3	2.3	3.2	.
H	Crepis biennis L.	(+)	3.3	+	1.1	1.2	1.1	.
T	Atropa Belladonna L.	+	.	+	+	+	1.1	+
G	Cirsium arvense (L.) Scop	+	+	+	1.2	1.2	1.1	1.1
Ch	Galium mollugo L.	.	2.2	2.3	1.2	+	1.3	.
H	Agrostis alba L.	.	1.3	+	+	2.4	+	.
H	Calamintha Clinopodium Moris	.	+	+	.	1.2	+	+
Ch	Achillea Millefolium L.	.	+	+	1.2	+	.	.
H	Hypericum perforatum L.	+	1.2	+	.	1.2	.	.
H	Gnaphalium silvaticum L.	.	1.3	+	2.3	+	.	+
H	Leontodon hispidus L.	(+)	+	+	1.1	.	1.3	.
H	Verbascum sp.	.	+	+	+	.	(+)	.
H	Inula Conyza DC.	+	.	+	.	+	1.1	.
G	Poa pratensis L.	.	.	+	+	+	+	.
H	Veronica serpyllifolia L.	+	1.3	.	1.2	.	.	.
H	Chamaepeuce stricta Cass.	.	+	+	.	.	1.1	+
Ch	Coronilla varia L.	.	1.3	.	.	(+)	(+)	.
H	Eupatorium cannabinum L.	(+)	.	.	.	+	2.2	.
T	Alectorolophus major (Ehrb.) Rchb. ..	.	.	.	.	1.3	(+)	.
H	Picris hieracioides L.	.	+	.	.	(+)	+	.
T	Trifolium minus Koch.	.	.	.	2.2	1.2	.	.
G	Tussilago Farfara L.	.	.	.	.	+	1.2	.
H	Sambucus Ebulus L.	.	.	.	+	.	+	.
T	Stenophragma Thalianum Celak.	.	.	+	.	.	+	.
H	Cirsium eriophorum (L.) Scop.	.	.	.	.	.	1.1	.

STRATE MUSCINALE

Couvert (en %)	10	5	5	10	5	20	20
Eurhynchium striatum B. E.	.	.	.	.	.	+	+
Hypnum molluscum Huds.	.	.	.	.	.	.	.
Hypnum triquetrum L.	.	.	.	.	.	.	.
Peltigera aphtosa	.	.	.	.	.	.	.

Espèces transitoires

Polytrichum juniperinum Hedw.	1.5	+	+	1.5	+	1.3	1.3
Grimmia apocarpa Hedw.	1.5	1.5	1.5	1.5	+	2.5	1.5
Dicranum scoparium Hedw.	.	.	.	.	1.5	.	.
Polytrichum commune L.	.	+	+	.	.	.	+
Camptothecium lutescens B. E.	.	.	.	.	.	1.3	1.3
Barbula ruralis Hedw.	.	.	.	.	.	1.5	1.5

[illegible]

TABLEAU N° 5. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES COUPE RASE

Numéro du relevé	86	53	58	38	40	81	39	77	35	36	78	79	55	54	19	31	29
Date (1940)	5.10	25.9	26.9	23.9	23.9	3.10	23.9	2.9	16.8	16.8	3.9	3.9	25.9	25.9	31.8	12.8	10.8
Parcelles.	290	326	181	195	195	197	190	222	207	207	206	206	326	326	151	257	176
N° de la placette d'essai	1100	1260	1180	980	1100	940	1060	1050	930	1000	940	960	1380	1320	1170	1020	1060
Altitude (en m.)	E	E	N	N.W	W	N	S	S	N.W	S.W	N	N	N	N	S.W	E	S
Exposition.	17	8	5	11	0	8	5	8	13	13	8	12	25	18	26	10	3
Pente (en degrés)	400	400	200	100	200	400	200	400	400	400	400	400	400	400	800	800	800
Surface du relevé (en m ²)	dol.	dol.	dol.	dol.	dol.	calc.	dol.	calc.	dol.	calc.	dol.	dol.	calc.	calc.	calc.	calc.	dol.
Roche-mère.	dol.	calc.	dol.	dol.	dol.	calc.	dol.	calc.	dol.	calc.	dol.	dol.	calc.	calc.	calc.	calc.	dol.
Affleurement de la R.-m. (en %).	60	60	5	5	5	60	3	30	5	30	2	5	30	50	10	80	5
A1... ..	10	10	5	5	5	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10
A2... ..	10	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B	20	20	30	60	25	30	35	25	30	30	25	20	30	25	15	30	40
Année de la coupe.	1939	1932	1931	1932	1904	1904	1904	1897	1897	1897	1897	1897	1897	1897	1897	1897	1740

T.B

STRATE ARBORESCENTE

Couvert (en %)	0	0	0	0	0	0	80	70	70	70	50	50	80	60	65	70	80
Diam. (en cm.)	.	.	.	.	.	.	25	36	30	34	16	50	18	38	34	40	40
Hauteur (en m.)	.	.	.	.	.	.	18	28	24	25	26	30	22	28	28	30	35
Abies alba Miller.	.	.	.	.	.	.	4.3	4.2	3.2	3.2	3.1	4.1	2.2	3.1	1.1	4.1	5.1
Picea excelsa (Lam.) Link.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.1	2.1	2.2	4.1	1.1	5.2	3.2	4.1	1.1	2.1
Fagus silvatica L.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.2	2.1	4.2	.	.	+	2.1	2.2	1.1	+
Acer pseudo-platanus L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+
Ulmus scabra Miller.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Fraxinus excelsior L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Populus tremula L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus silvestris L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

STRATE ARBUSTIVE

Couvert (en %)	5	100	100	50	40	90	10	5	20	40	15	70	15	10	10	20	10
Haut. moyenne (en m.)	2	1	1	1.5	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1

Arbres en voie de régénération

Abies alba Miller.	+	.	1.1	2.1	1.1	2.1	.	1.1	2.2	4.2	2.1	1.1	.	.	.	+	.
Picea excelsa (Lam.) Link.	+	+	1.1	3.3	1.1	+	.	.	1.1	1.1	.	4.3	.	.	.	+	.
Fagus silvatica L.	+	+	2.2	2.2	4.3	1.1	1.2	.	1.1	1.2	+	+	.	.	2.2	+	+
Acer pseudo-platanus L.	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix caprea L.	+	1.2	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Populus tremula L.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

TABLEAU N° 5. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES COUPE RASE (Suite)

[illegible]

TABLEAU N° 6. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES COUPES JARDINEES

Numéro du relevé	27a	8	89	90	7	91	96	16	37	76	80
Date (1940)	9.8	16.8	5.10	5.10	15.7	8.10	1.9	21.7	23.9	2.10	3.10
Parcelles.	176	129	178	172	163	173	(33)		195	229	206
N° de la placette d'essai	Kl.1	Gr.6			Gr.8						
Altitude (en m.)	1050	1100	1100	1100	1140	1100	1100	1100	980	1110	960
Exposition.	W	S.E.	S.E.	S.E.	N	S.E.	N.E.	W	N.W	N	N.E.
Pente (en degrés)	3	8	3	3	12	5	12	15	11	8	
Surface du relevé (en m²)	400	400	400	400	400	400	400	400	200	400	400
Roche-mère.	dol.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	dol.	dol.	dol.
Affleurement de la R.-m. (en %).		25	40	40	35	40	60	30		40	
Profil du sol: couche A1.....	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
— — couche A2.....	10	10	10	10	10	10	10	10	15	10	15
— — couche B	50	50	40	40	50	30	30	25	20	25	25
Année de la coupe	1939	1938	1938	1938	1938	1937	1934	1933	1932	1899	1898
Intensité de la coupe en %.....	47	38	30	35	27						

T.B.

STRATE ARBORESCENTE

Couvert (en %)	40	50	40	40	40	50	50	40	70	70
Diam. (en cm.)	40	35	40	40	40	35	40	35	32	40
Hauteur (en m.)	34	20	30	30	28	26	25	30	30	28
P Abies alba Miller	3.1	4.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.1	1.1
P Picea excelsa (Lam.) Link.	2.1	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	2.1	3.2	4.1
P Fagus silvatica L.	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1	2.1	2.1	3.1

STRATE ARBUSTIVE

Couvert (en %)	20	35	30	30	30	30	50	35	5	10
Hauteur (en m.)	2	1.5	2.5	2.5	1	1	1.5	1.5		

Arbres en voie de régénération

P Abies alba Miller	1.1	2.2	1.1	1.1	+	+	2.2	1.2		1.1
P Picea excelsa (Lam.) Link.	1.1	+	2.1	2.1	1.1	2.1	1.1	1.2	+	+
P Fagus silvatica L.	2.3	2.3	2.2	2.1	2.3	1.2	2.3	3.2	2.2	+

Espèce de la hêtraie

P Rhamnus fallax Boiss.	+	1.2	+	+	2.3	1.2	+	1.2	+	+
P Lonicera alpigena L.	1.2	1.2	+	+	2.4	+	1.2	2.2	+	+
P Daphne Mezereum L.	1.1	1.1	+	+	1.1	+	1.1	1.1	+	+

TABLEAU N° 6. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES COUPES JARDINEES (Suite)

T.B.

P	Sorbus aucuparia L.	+	.	.	.	.	.	1.1
P	Lonicera nigra L.	1.2	1.2	+	.	.	.	1.2
P	Rosa pendulina L.	.	+	.	.	.	.	2.2
P		.	.	.	.	.	.	.
<i>Compagnes</i>								
Ch	Rubus fruticosus s. l.	.	.	3.2	2.3	2.3	3.2	2.3
P	Rubus idaeus L.	.	.	+	1.2	+	1.2	(+)
P	Sambucus racemosa L.	.	.	+	1.2	.	.	.
P		.	.	+	.	.	.	.

STRATE HERBACEE

	Couvert en %.....	70	50	70	80	70	80	70	80	50	80	60	20
<i>Espèces préférées des hétrates (Faguetalia)</i>													
P	<i>Abies alba</i> Miller	.	+	1.2	1.2	+	1.2	+	1.2	+	+	+	+
P	<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
P	<i>Fagus sylvatica</i> L.	.	.	+	+	+	+	+	+	2.2	+	+	+
P	<i>Acer pseudo-platanus</i> L.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+
P	<i>Ulmus scabra</i> Miller	.	.	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+
H	<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) D.C.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
Ch	<i>Lamium Galeobdolon</i> (L.) Crantz	2.3	2.3	3.3	4.5	3.2	4.5	4.3	3.3	1.1	1.2	.	.
H	<i>Lactuca muralis</i> Fres	+	+	+	+	+	+	+	1.2	+	+	+	+
H	<i>Sanicula europaea</i> L.	2.3	2.2	+	+	1.1	+	+	2.2	1.2	+	+	+
H	<i>Asarum europaeum</i> L.	.	1.2	+	+	+	+	+	1.3	+	+	+	+
H	<i>Paris quadrifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+
G	<i>Anemona nemorosa</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.2	+
H	<i>Viola silvestris</i> Lam.	.	+	1.3	+	+	+	+	1.3	.	+	+	+
Ch	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	+	+	+	+	+	+	1.1	.	+	.	+
H	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	.	+	+	+	1.1	+	1.1	1.1	.	1.1	.	+
H	<i>Actaea spicata</i> L.	+	+	+	+	2.2	+	+	1.3	+	+	+	+
G	<i>Asperula odorata</i> L.	2.2	2.3	.	.	.	.	.	1.3	.	+	1.1	.
H	<i>Elymus europaeus</i> L.	1.2	.	+	+	.	+	+	1.3	.	+	.	+
H	<i>Epilobium montanum</i> L.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+
H	<i>Melica nutans</i> L.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+
G	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crtz.	+	+	.	+	+	+	.	.	+	+	.	+
G	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	+

TABLEAU N° 6. — EVOLUTION DE LA VEGETATION APRES COUPES JARDINEES (Suite)

T.B.

H	<i>Dryopteris lobata</i> L.	.	+	.	.	+	+	+	+	(+)	.
H	<i>Festuca silvatica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	1.2	.	.	2.2	.	2.3	1.1	.	.	.
G	<i>Symphlytum tuberosum</i> L.	2.3	+	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Espèces des forêts d'Epicea</i>											
H	<i>Galium rotundifolium</i> L.	.	1.2	2.3	3.4	4.4	3.4	1.3	1.2	1.2	+
Ch	<i>Vaccinium Myrtillus</i> L.	.	1.2	+	+	2.3	+	1.3	.	3.3	.
<i>Compagnes</i>											
<i>(au sens employé Tableau I)</i>											
H	<i>Oxalis acetosella</i> L.	1.3	+	3.4	3.4	2.3	3.3	3.3	1.3	2.3	4.3 1.3
H	<i>Fragaria vesca</i> L.	+	+	2.3	3.4	+	3.4	1.3	+	1.2	+
T	<i>Geranium Robertianum</i> L.	1.3	.	2.3	2.3	+	1.3	1.3	+	.	1.2
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	1.2	.	+	+	1.1	1.2	1.1	+	+	+
H	<i>Athyrium Filix femina</i> Roth. ..	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	.	+	.	+
G	<i>Dryopteris Filix mas</i> Rich.	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	+	2.2	+
H	<i>Ajuga reptans</i> L.	1.3	1.3	2.4	2.4	+	2.4	1.3	.	.	+
H	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+
H	<i>Asplenium viride</i> Huds.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.
H	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.
H	<i>Myosotis silvatica</i> Hoffm.	1.3	.	+	+	.	.	.	+	.	.
H	<i>Solidago virga aurea</i> L.	.	1.1	.	+	.	.	+	+	.	(+)
H	<i>Pulmonaria montana</i> Lej.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Espèces transitoires</i>											
Ch	<i>Moeblingia muscosa</i> L.	+	+	(1.4)	.	.	(1.5)	.	.	+	.
H	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	.	+	+	+	.	2.2	+	+	.	.
T	<i>Atropa Belladonna</i> L.	.	+	+	+	.	1.2	.	1.2	.	.
H	<i>Valeriana officinalis</i> L.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Ch.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>STRATE MUSCINALE</i>											
<i>Couvert (en %)</i>											
	<i>Hypnum triquetrum</i> L.	2.5	2.5	3.5	3.5	1.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.3
	<i>Eurhynchium striatum</i> B. E. ..	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	<i>Hypnum molluscum</i> Huds.	.	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	.	1.3
	<i>Hypnum splendens</i> Hedw.	1.5	1.5	2.5	3.5	+	3.5	1.5	2.5	3.5	1.3

PLANCHES

ET

CARTES

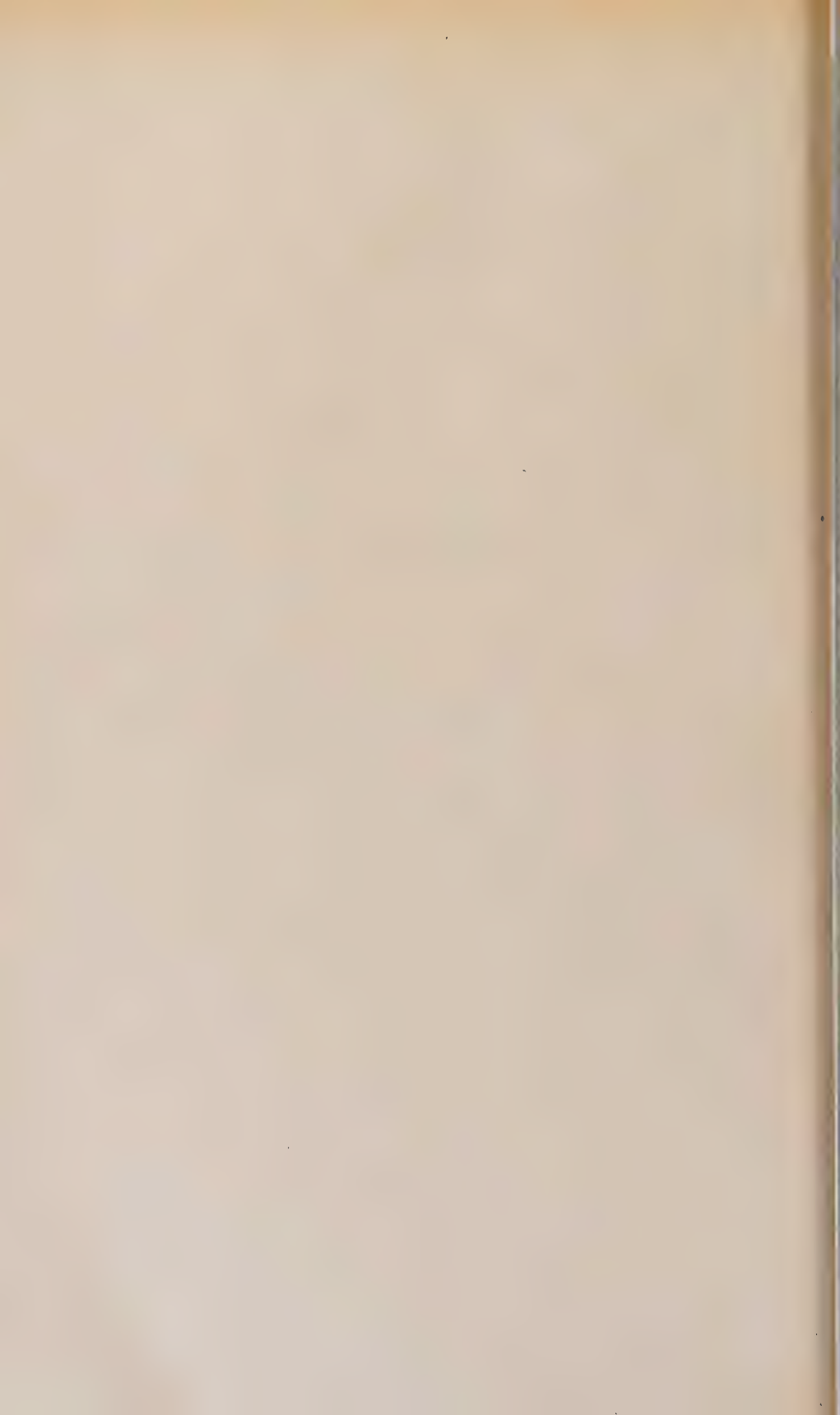




PLANCHE II

Fig. 1. Profil de sol sur substratum dolomitique. Parcelle 176, voir, p. 14. —
 Fig. 2. Sapin attaqué par le champignon parasite du liber, voir p. 36. — Fig. 3.
 Formation d'une couche de glace, pluie congelée, 8 oct. 1936. Voir p. 17. —
 Fig. 4. Association à *Télékia speciosa*. Parcelle 284, voir p. 74, tabl. 3, relevé 17a.



PLANCHE III

Fig. 1. Chablis sur le Verchitch, 11 fév. 1936 (p. 16 et 91). Parcelle 326. Fig. 3, montre à peu près le même endroit en 1949. Fig. 2. Effet de la neige sur les jeunes sapins (parcelle 176). Fig. 4. Profil de sol sur substratum calcaire (parcelle 166).



PLANCHE IV

Fig. 1. Vue d'ensemble-Gascette (vallée près de Polou), débouchée vers 1870. 1.2 fond. le sommet de Oufchoua (Usoh). — Fig. 2. Placette d'essai n° 2 (vallée p. 21), fond, agée d'années 100 sans, profond d'un châtis. — Fig. 3. Plage du Pin Magha. Kichoua (60 altitude 1200 m.

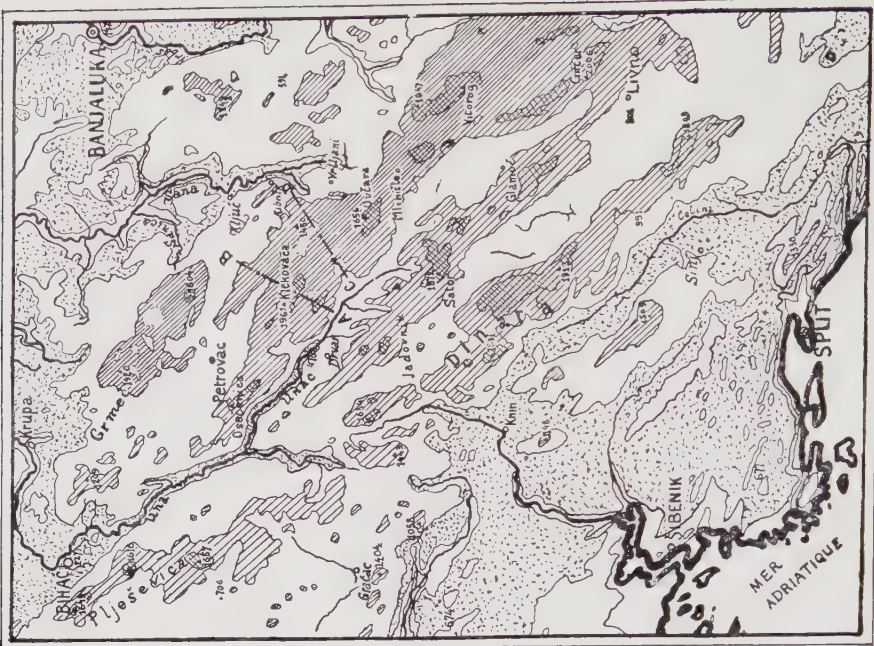


PLANCHE V

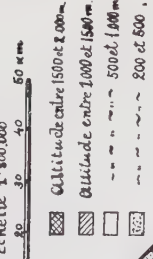
Fig. 1. Placette d'essai n° 1 (voir p. 57). Au premier plan, *Epicéa* de 140 cm. de diam., 55 m. de hauteur, cubant 25 mc.; derrière, un *Sapin* de 134 cm. de diam. et 50 m. de hauteur. — Fig. 2. Même endroit après la coupe. — Fig. 3. Placette d'essais n° 3 (voir p. 75 et relevé 30, tabl. 2). Forêt de *Hêtre* avec sous-bois résineux. — Fig. 4. Même endroit après la coupe.



Fig. 1. Place d'incendie (en 1917) couverte de Calamagrostis-Epicias, avec rebroussement alpin (voir p. 87, tabl. 4, relevé 61.). — Fig. 2. La crête de Sleme (près de Poloch), altitude 1.350 m. Incendie probable vers 1860. La première photo est prise en 1935; la deuxième en 1940. On voit comme la forêt avance. — Fig. 3. Sapin de 190 cm. de diam. à 1 m. 30 et 54 m. de hauteur, Parcelle 92. Altitude, 1.250 m.

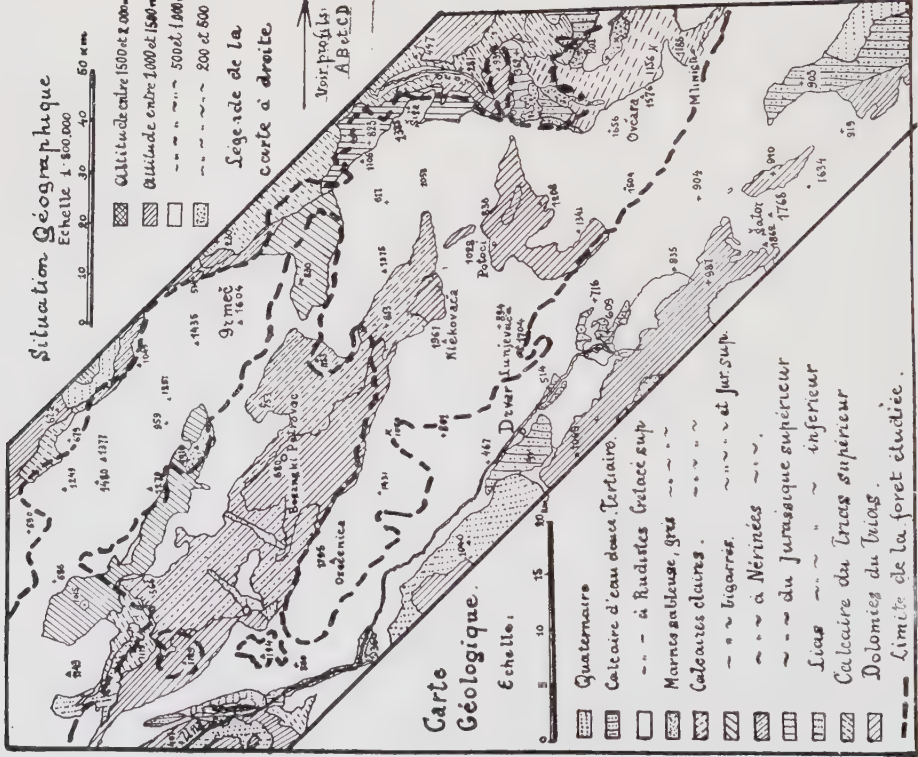


Situation Géographique
Echelle 1:400,000



Legende de la
carte à droite.

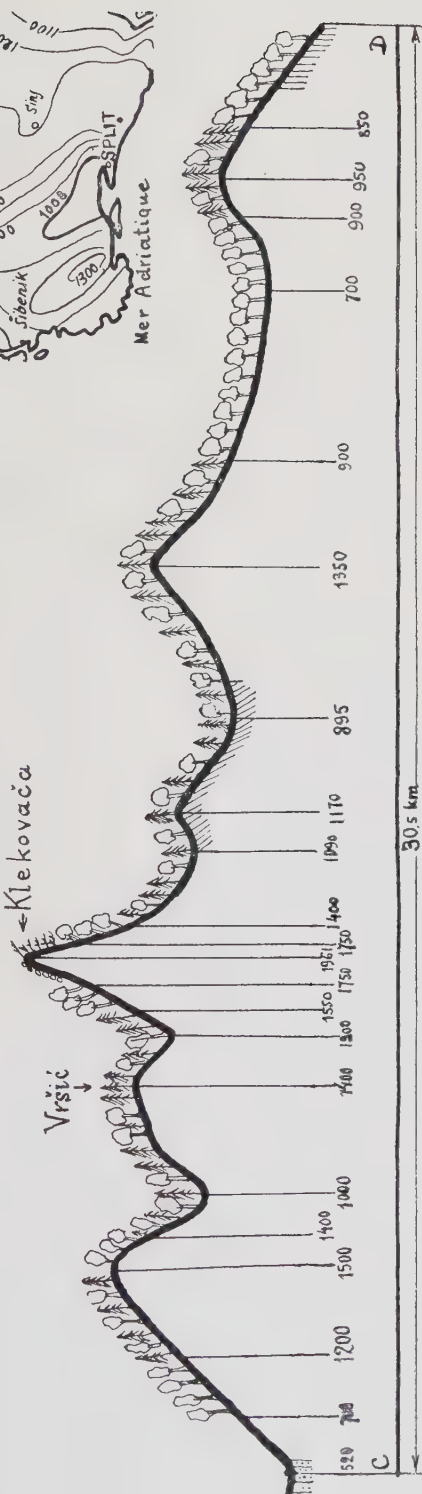
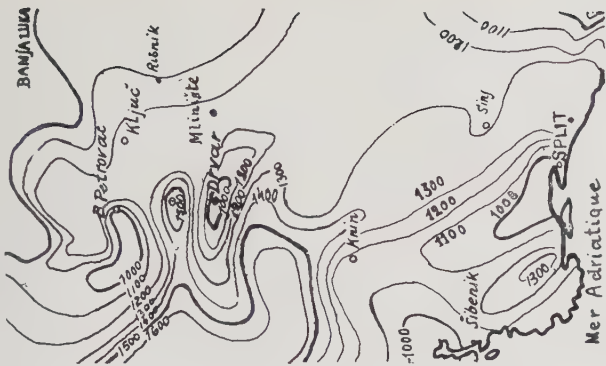
Voir profil
A-B et C-D



Carte
Géologique.
Echelle: 1:400,000

- Quaternaire
- Calcaire d'eau douce. Tertiaire.
- à Rudistes
- Marnes sableuses, grès
- Calcaires clairs.
- à bigarres.
- à Nérinées
- du Jurassique supérieur
- inférieur
- Lias
- Calcaire du Trias supérieur
- Dolomies du Trias.
- Limite de la forêt étudiée.

Carte pluviométrique



DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Zoologie : **LES INSECTES NUISIBLES DES CONIFÈRES**

Géologie : **LES ROCHES CARBONATÉES**

Vu et approuvé,
Montpellier, le 17 juin 1941.
Le Doyen de la Faculté
des Sciences :
P. MATHIAS.

Vu et permis d'imprimer,
Montpellier, le 18 juin 1941.
Le Recteur :
Jean SARRAILH.

